

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية

الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان -

Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : GENIE CIVIL

Spécialité : INFRASTRUCTURE DE BASE ET GEOTECHNIQUE – TRAVAUX PUBLICS

Par : Mlle. **OUNADJELA Chérifa**

Mlle. **HARIZ Samah**

Thème

**APPROCHE METHODOLOGIQUE POUR L'ETUDE D'UN PROJET ROUTIER – CAS DU
DEDOUBLEMENT DE LA ROUTE NATIONALE 92 RELIANT SAIDA A EL HASSASNA
SUR UN LINEAIRE DE 4 KM**

Soutenu publiquement le 14 juin 2017 - Devant le jury composé de :

Mr. HAMZAQUI. F

Président

Mr. CHERIF BENMOUSSA. M.Y

Encadrant

Mr. BENAMAR. A

Examineur

Mr. GHENNANI. B

Examineur

REMERCIEMENT:

Un grand merci au bon Dieu de nous avoir guidés vers le bon chemin de
la lumière et du savoir

Pour commencer, on veut adresser nos remerciements à notre encadreur Mr CHERIF BENMOUSSA M.Y pour sa grande disponibilité et ses encouragements tout au long de ce travail.

Nous tenons également à remercier ; Mr HAMZAOUI. F d'avoir accepté de présider le jury de notre projet de fin d'études.

Mr BENAMAR. A et Mr GHENNANI. B qui ont bien voulu examiner ce projet et pour l'intérêt qu'ils apportent à ce domaine. Cette examination pourra valoriser davantage le travail que nous avons effectué.

Enfin on adresse nos remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à nos recherches et à l'élaboration de ce mémoire.

DÉDICACE :

Au nom d'Allah, le tout miséricordieux, le très miséricordieux.

Tout d'abord on tient à remercier le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience pour arriver à ce stade afin de réaliser ce modeste travail que nous le dédions à :

Nos très chers parents que Dieu le tout puissant les protège et les garde, ils nous ont guidé durant les moments les plus difficiles de notre parcours.

Nos mères : qui ont été à nos côtés, nous ont soutenus et qui n'ont pas cessé de nous encourager et de prier pour nous.

Nos pères qui n'ont pas cessé de nous encourager et de se sacrifier pour qu'on puisse franchir tout obstacle durant toutes nos années d'étude.

Nos frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour nous des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A tous nos chers amis et toute la promotion Ingénierie d'infrastructure de Base et Géotechnique/Travaux Publics 2016-2017.

RESUME :

Le présent projet intitulé « Approche Méthodologique pour l'étude d'un projet routier – Cas du dédoublement de la ROUTE NATIONALE 92 reliant Saida à El Hassasna », représente l'étude d'un dédoublement sur un linéaire de 04 Km environ.

La présente étude se compose de trois grandes parties :

La première partie désigne : La description générale du projet et la justification de l'opportunité de l'aménagement.

La deuxième partie a été basée sur le choix des variantes à partir d'une analyse multicritère.

La troisième partie a été consacrée à l'étude détaillée du projet du dédoublement de la ROUTE NATIONALE 92 reliant Saida à El Hassasna.

Ce projet nous a permis de concilier le social, l'économie et l'environnement qui traduisent directement la notion du développement durable et nous a permis d'examiner toutes les possibilités pour garantir un meilleur niveau de service pour assurer le confort et la sécurité des usagers.

Mot clés : dédoublement, niveau de service, trafic, géométrie de la route

الملخص:

يمثل المشروع الحالي تحت عنوان "مقاربة منهجية لدراسة مشروع طريق – حالة ازدواجية الطريق الوطني رقم 92 الرابط بين سعيدة بالحساسنة"، دراسة لازدواجية طريق على طول 04 كم.

تتكون الدراسة الحالية من ثلاثة أجزاء أساسية:

الجزء الأول متعلق بـ: وصف عام للمشروع مع تبرير نفعية التهيئة

استند الجزء الثاني على اختيار المتغيرات انطلاقاً من تحليل متعدد المعايير.

أما الجزء الثالث فكرس للدراسة المفصلة لمشروع ازدواجية الطريق الوطني رقم 92 الرابط بين سعيدة بالحساسنة.

سمح لنا هذا المشروع بتحقيق التوازن الاجتماعي، الاقتصادي و البيئي الذي يعكس بشكل مباشر مفهوم التنمية المستدامة و سمح لنا بمعاينة مجمل الامكانيات لضمان أحسن مستوى خدمة لتأمين راحة و أمان المستخدمين.

الكلمات المفتاحية : ازدواجية الطريق، مستوى الخدمة، حجم المرور، هندسة الطريق.

Abstract:

This project, entitled "Methodological approach for the study of a road project - the case of the unfolding of the NR 92 linking Saida to El Hassasna", represents the study of unfolding on a linear of 04 Km.

The present study consists of three main parts:

The first part designates: The general description of the project and the justification of the opportunity of the fitting out.

The second part was based on a multicriteria analysis and the choice of variants.

The third part was devoted to the detailed study of the unfolding project of the national road 92 linking Saida to El Hassasna

This project has enabled us to reconcile the social, economic and environmental aspects that directly reflect the notion of sustainable development and allowed us to examine all the possibilities to guarantee a better level of service to ensure the comfort and safety of users.

Key words: unfolding, level of service, traffic, road geometry

SOMMAIRE

REMERCIEMENT	2
DÉDICACE :	3
RESUME :	1
SOMMAIRE	2
INTRODUCTION :	2

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET

1- Problématique :	3
2- Situation géographique de la wilaya de Saida :	3
3- Présentation du site :	3
4- Objectif Du Projet :	4
5- Justification du dédoublement de la ROUTE NATIONALE92 :	4
6 - Etude De Trafic :	4
6.1 Généralités :	4
6.2 L'analyse Des Trafics Existants :	4
6.2.2 Les comptages	5
6.3 Différents types de trafic :	6
6.4 Calcul de la capacité:	6
6.5 Calcul des trafics effectifs :	7
6.6 Débit de pointe horaire normal :	8
6.7 Débit horaire admissible :	8
6.8 Détermination du nombre de voies:	9
6.9 Application Au Projet :	9
6.10 Conclusion:	10

CHAPITRE II : ANALYSES MULTICRITERES

1- Introduction :	11
2- Définition de l'analyse multicritère:	11
3- Objectifs :	11
4- Démarche à suivre :	11
5- Les Différents Critères D'évaluation :	12
5-1 Critère 1 : développement économique et aménagement du territoire.....	12
5-2 Critère 2 : Sécurité.....	13
5.3 Critère 3 : Avantages pour les usagers :	13
5.4 Critère 4 : Environnement :	14
5.5 Critère 5 : Situations initiales exceptionnellement défavorables :	15
5.6 Critère 6 : incidence sur les autres modes	16
5.7- Critère 7 : L'emploi :	16
5.8- Critère 8 : Energie :	17
5.9- Critère 9 : Bilan Financier pour la puissance Public :	17
5.10- Critère 10 : Bilan cout avantage :	18
6- Les Critères Evaluatifs Des Projet :	18
6.1-Environnement :	19
6.2- Développement économique :	21
6.3- Avantages pour les usagers :	22
7- Conclusion :	22

CHAPITRE III: ETUDE

1. Introduction:.....	23
2. Methodologie d'études	23
2.1 Consistance des travaux d'études :	23
2.2 Portee Des Prestations Du Bureau D'études :	23
2.3 Nature Des Prestations.....	23

2.4 Etude géotechnique :	24
2.5 Avant- Projet Sommaire :	24
2.6 Avant-projet Détaillé :	24
2.7 Etude d'assainissement:.....	25
2.9 Recherche de tracé :.....	26
3- Etude de faisabilité :.....	26
3.1 Objectifs de l'étude :	26
3.1.1 PHASE A : Etudes D'avant Projet Sommaire :.....	26
3.1.1.1 Etudes Techniques :	27
3.1.1.2 Analyse environnementale :	27
3.1.1.3 Etude de circulation	28
3.1.1.4 Hydrologie et hydraulique :.....	28
3.1.1.5 Reconnaissances géologiques et géotechniques :	28
3.1.1.6 Etude des variantes de tracés,	28
3.1.1.7 Coût de construction des variantes:	29
3.1.2 PHASE B : Etudes D'avant Projet Detaille.....	29
3.1.2.1 Objectif de l'étude d'avant-projet détaillé :.....	29
3.1.2.2 Travaux Topographiques :.....	29
3.1.2.3 Etudes Du Tracé :.....	30
3.1.2.4 Etude Géotechnique.....	31
3.1.2.5 Etude D'impact Sur L'environnement.....	34
3.1.2.6 Etudes Economique Financière :	37
3.1.2.7 Documents A Remettre Par Le Bureau D'études	37
4- Parametre De Dimensionnement	41
5- Tracé en plan :.....	44
5.1 Règles à respecter dans le tracé en plan :	44
5.2 Les éléments du tracé en plan :	44
5.3 Les Alignements:	45
5.4 Application à notre projet :	45
5.5 Arcs de cercle:	46
5.6 La stabilité en courbe :	46
5.7 Rayon horizontal minimal absolu (RH_{min}) :	46
5.8 Rayon minimal normal (RH_n) :	47
5.9 Rayon au dévers minimal (RH_d):	47
5.10.1 Application à notre projet :	47
5.11 Rayon minimal non déversé (RH_{nd}) :	47
5.11.1 Application à notre projet :	47
5.12 Recommandation :	47
5.13 Conception du tracé en plan :	47
5.14 Choix du rayon des virages.....	48
5.15 Courbes de raccordement :	49
6- Profil En Long	50
6.1 Définition :.....	50
6.2 Elément géométrique du profil en long :	50
6.3 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :	50
6.4 Les éléments de composition du profil en long :	50
6.5 Tracé de la ligne rouge (cote projet) :	51
6.6 Les éléments constituant la ligne rouge :	51
6.6.1 Les alignements:.....	51
6.6.2 La Déclivité:	51
6.7 Raccordement en profil en long :	52
6.7.1 Raccordements convexes (angle saillant) :	52

6.7.2 Raccordements concave (angle rentrant) :	53
6.7 Coordination du tracé en plan et profil en long :	53
7- PROFIL EN TRAVERS :	55
7.1 Eléments du profile en travers :	55
7.3 Les types de profile en travers :	56
7.4 La largeur de chaussée	58
8- Etude géotechnique :	59
8.1 Contenu de l'étude :	59
8.2 Etude de définition:	59
8.3 Classification des sols	60
8.4 Paramètres d'état.....	61
8.5 Essais spécifiques	62
9- Dimensionnement De Corps De Chaussée.....	63
9.1 Définition De La Chaussée :	63
9.2 Rôle De La Chaussée :	63
9.3 Différents types de chaussées :	63
9.4 Différentes Couches De Chaussée :	65
9.5 Les facteurs de dimensionnement des chaussées:	66
9.5.1 Le trafic :	66
9.5.2 Environnement :	68
9.6 Principales Methodes De Dimensionnement :	69
9.6.1 Méthode CBR (California – Bearing – Ration):	69
9.6.2 Méthode L.C.P.C (Laboratoire central des ponts et chaussées)	70
9.6.3 Méthode du catalogue des structures « SETRA »	70
9.6.4 Méthode du catalogue des chaussées neuves « C.T.T.P » :	71
10. APPLICATION AU PROJET (<i>Méthode « C.B.R »</i>)	72
11. Conclusion :	73

CHAPITRE IV : ASSAINISSEMENT

1. Introduction :	74
2. Objectifs de l'assainissement:	74
3. Définitions:	74
4. Types de dégradation :	74
5. Assainissement de la route:	74
5.1 Réseaux longitudinaux :	75
5.1.1 Fossé de pied du talus de déblai :	75
5.2 Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements :	75
5.2.1 Ouvrages transversaux :	75
5.2.2 Ouvrage de raccordement :	75
6. Conception technique des ouvrages :	76
7. Choix des ouvrages d'assainissement :	76
8. Critère de choix :	76
9. Facteurs influençant sur le choix des ouvrages hydrauliques :	76
10. Entretien et exploitation des ouvrages :	77
11. Dimensionnement des buses:	77
12. Application au projet :	78
13. Conclusion:	78
Conclusion générale :	80
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:	81
ANNEXES :	84
REGLEMENTATION	84

LISTE DES FIGURE :

CHAPITRE I :

Figure 1-1 : situation du site [1]03

CHAPITRE II :

Figure 2-1 : les trois mesures de la durabilité [2] 19

CHAPITRE III :

Figure 3-1: les éléments de tracé en plan.....43

Figure 3-2 : Force centrifuge [17]45

Figure 3-3 : Ligne de projet en plan [18].....46

Figure 3-4 : Les Eléments Du Profil En Travers [23]..... 56

Figure 3-5: profil en travers type en déblai [24].....57

Figure 3-6: profil en travers type en remblai [24].....57

Figure 3-7 : profil en travers type mixte [24].....57

Figure 3-8 : Structure de chaussée souple [32]..... 63

Figure 3-9: Structure chaussée rigide [32]64

Figure 3-10: Chaussée semi-rigide [33]64

Figure 3-11 : Structure de chaussée [32]66

Figure 3-12: Diffusion des charges [34]66

Figure 3-13: Structure de chaussée par la méthode « C.B.R »66

CHAPITRE IV :

Figure 4-1: Situation des réseaux d'assainissement sur le profil en travers d'une route [17]75

Figure 4-2 : vue de face d'une buse de diamètre $\varnothing = 800$ mm79

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I:

Tableau 1.1: coefficient d'équivalence [13]	07
Tableau 1.2 : coefficient lié à l'environnement. [13].....	08
Tableau 1.3 : coefficient de réduction de capacité [13].....	08
Tableau 1.4 : Les capacités théoriques [13].....	08

CHAPITRE III:

Tableau 3.1 : coefficient de frottement longitudinal – B40 (13 – P 1.11).....	41
Tableau 3.2: coefficient de frottement transversal – B40 (13 – P 1.13)	41
Tableau 3.4: paramètres dépendants de l'environnement et/ou de la vitesse - Catégories 1 (13 – P 1.34 et 1.35).....	41
Tableau 3.5: paramètres cinématiques et les distances d'arrêt en palier pour les différents niveaux de services (13 –P 2.9)	42
Tableau 3.6: Distances de visibilité (13 – P 2.10)	42
Tableau 3.7: tableau récapitulatif des rayons en angle saillant (13 – P 2.13).....	42
Tableau 3.8: tableau récapitulatif des rayons en angle rentrant (13 – P 2.14)	42
Tableau 3.9: tableau récapitulatif des rayons en plan et devers associés (13 – P 2.20)	42
Tableau 3.10: longueurs minimales de raccordement entre une droite et un cercle – Cat 1 et 2 (13 –P 2.32)	43
Tableau 3.11: tracé en plan : rayon et devers associés : cat 1 et 2 (13 – P2.34 et P2.35).....	43
Tableau 3.12: tracé en plan : rayon et devers associés : cat 3 (13 – P2.36)	43
Tableau 3.13: tracé en plan : rayon et devers associés : cat 4 (13 – P2.37)	43
Tableau 3.14 : valeur de rayon indiqué. [18]	48
Tableau 3.15 : valeur des déclivités max [13]	52
Tableau 3.16: classes de trafic [19]	67
Tableau 3.17: Classe de trafic en fonction de « CAM » des poids lourd	67
Tableau 3.18 : les coefficients d'équivalence pour chaque matériau [36]	69
Tableau 3.19 : La classe du trafic poids lourd [14].....	70
Tableau 3.20: Classement de sol en fonction de l'indice de « CBR » [37].....	71
Tableau 3.21: Epaisseur de couche de fondation en fonction de la portance du sol....	72
Tableau 3.22: Récapitulatif des résultats	73

CHAPITRE IV:

Tableau 4.1: Coefficient de ruissellement [40].	77
Tableau 4.2 : dimensionnement des buses	79

INTRODUCTION :

Les infrastructures routières doivent présenter une efficacité économique et sociale. A travers des avantages et des coûts sociaux des aménagements réalisés, elles sont le principal vecteur de communication et d'échange entre les populations et jouent un rôle essentiel dans l'intégration des activités économiques à la vie sociale.

La problématique qui est à la base des projets d'infrastructure routière est souvent liée à l'insuffisance de réseau existant par saturation c.-à-d. par l'augmentation du nombre de véhicules, d'autre terme le Trafic, il est alors nécessaire, pour bien cerner cette problématique, d'en préciser les contours, puis pour en dessiner les solutions et d'en quantifier précisément les composantes. Ceci pousse à mener des études techniques d'aménagement à moyen terme, en tenant compte de l'évolution de trafic tant sur le plan importance mais aussi en composition (véhicules lourds et véhicules légers) pouvant desservir la population d'une part ainsi que les zones d'activité d'autre part, tel que la cimenterie, la briqueterie de Ain hadjar etc....

Le dédoublement de la route nationale RN 92 est inscrit dans le cadre de la politique d'aménagement du territoire initiée par le ministère des travaux publics et des transports dans le but de palier aux insuffisances et parfois aux dégradations très avancées du réseau existant.

D'où la nécessité de notre étude, qui consiste à projeter le dédoublement d'un tronçon de la route nationale 92 sur un linéaire de 04 Km reliant la localité de Saida à El Hassasna.

CHAPITRE I : PRESENTATION DU PROJET**1- Problématique :**

Lors de la construction d'une route, il faut assurer un bon niveau de service, cela se concrétise par une meilleure analyse des contraintes en tenant compte des critères suivants :

- le trafic
- accroissement des véhicules (en composition et en importance)
- le changement des conditions climatiques
- aspect qualité des terrassements (mise en œuvre + qualité de matériau)

Tenant compte de ces critères, comment faire pour éviter les démolitions sur le tracé de dédoublement et permettre le transfert des réseaux ?

2- Situation géographique de la wilaya de Saida :

La wilaya de Saïda occupe une position centrale dans l'Ouest de l'Algérie, elle est limitée par :

- au nord, par la wilaya de Mascara
- au sud, par la wilaya d'El Bayadh
- à l'ouest, par la wilaya de Sidi Bel Abbès
- à l'est, par la wilaya de Tiaret.

3- Présentation du site :

La zone d'étude se situe dans la Wilaya de Saida plus précisément sur la Route Nationale 92 entre Saida et El-Hassasna. Le site du projet s'étend du PK91+000 au PK 109+000. Ce tronçon de route est long d'environ 04 Km.

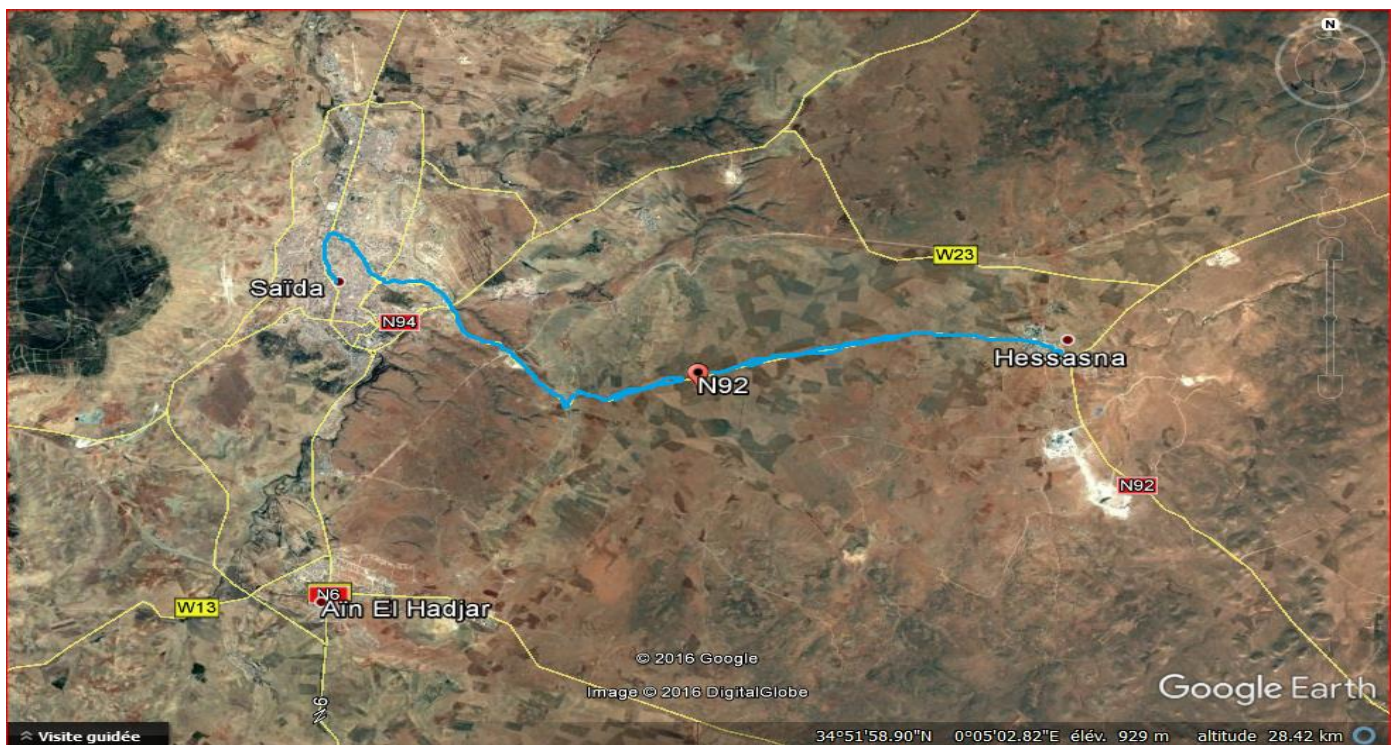


Figure 1-1 : situation du site [1]

4- **Objectif du projet :**

Le projet de dédoublement de la ROUTE NATIONALE 92 a pour objectif d'améliorer son niveau de service. Cela se concrétisera moyennant les actions suivantes :

- Améliorer le niveau de service de la route
- Doter la chaussée d'une structure adéquate capable de supporter le trafic actuel et futur.
- Assurer et améliorer le confort des usagers sur ce tronçon où le trafic est en croissance permanente.
- Améliorer les conditions de circulations (sécurité, confort, etc...)

5- **Justification du dédoublement de la ROUTE NATIONALE92 :**

Les travaux de dédoublement de la Route Nationale 92 ont été lancés dans le but d'élargir la chaussée en 2 x 2 voies sur une distance de 04 Km entre Saida et El Hassasna passant par une zone industrielle. Par ailleurs ce projet doit avoir lieu afin de :

- Répartir le trafic et la charge qui influe négativement sur la route
- Les effets de l'accroissement du trafic de poids lourds sur des axes routiers, notamment la dégradation rapide de la chaussée, ont motivé également la réalisation de ce dédoublement.

- organiser le trafic de poids lourds sur cette route et permettre aux véhicules Poids Lourds d'emprunter la zone industrielle sans gêner la circulation.

6 - Etude De Trafic :

6.1 Généralités :

L'étude de trafic constitue un moyen important de saisie des grand flux à travers un pays ou une région, elle représente une partie appréciable des études de transport, et constitue parallèlement une approche essentielle de la conception des réseaux routiers.

Cette conception repose, sur une partie stratégie, planification sur la prévision des trafics sur les réseaux routiers, qui est nécessaires pour :

- ✓ Définir les caractéristiques techniques des différents tronçons.
- ✓ Estimer les coûts d'entretiens.
- ✓ Apprécier la valeur économique des projets.

6.2 L'analyse des trafics existants :

L'étude du trafic est une étape importante dans la mise au point d'un projet routier et consiste à caractériser les conditions de circulation des usagers de la route (volume, composition, conditions de circulation, saturation, origine et destination). Cette étude débute par le recueil des données.

6.2.1 La mesure des trafics :

Cette mesure est réalisée par différents procédés complémentaires:

- ✓ Les comptages: permettent de quantifier le trafic.
- ✓ Les enquêtes: permettent d'obtenir des renseignements qualitatifs. [28]

6.2.2 Les comptages

C'est l'élément essentiel de l'étude de trafic, on distingue deux types de comptage:

- Les comptages manuels
- Les comptages automatiques [28]

a) **Les comptages manuels :**

Ils sont réalisés par les enquêteurs qui relèvent la composition du trafic pour compléter les indicateurs fournis par les comptages automatiques. Les comptages manuels permettent de connaître le pourcentage de poids lourds et les transports communs. Les trafics sont exprimés en moyenne journalière annuelle (T.M.J.A).

b) **Les comptages automatiques :**

Ils sont effectués à l'aide d'appareil enregistreur comportant une détection pneumatique réalisée par un tube en caoutchouc tendu en travers de la chaussée. On distingue ceux qui sont permanents et ceux qui sont temporaires. (MEKKADEM – GOURAR, 2014).

Les comptages permanents : sont réalisés en certains points choisis pour leur représentativité sur les routes les plus importantes : réseau autoroutier, réseau routier national et les chemins de Wilaya les plus circulés.

Les comptages temporaires : s'effectuent une fois par an durant un mois (pendant la période où le trafic est intense) sur les restes des réseaux routiers à l'aide de postes de comptages tournant. [14]

Les enquêtes origine destination :

Il est plus souvent opportun de compléter les informations recueillies à travers des comptages par des données relatives à la nature du trafic et à l'orientation des flux, on peut recourir en fonction du besoin, à diverse méthodes, lorsque l'enquête est effectuée sur tous les accès à une zone prédéterminée (une agglomération entière, une ville ou seulement un quartier) on parle d'enquête cordon.

Cette méthode permet en particulier de recenser les flux de trafic inter zonaux, en définissant leur origine et destination.

Il existe plusieurs types d'enquêtes:

a- Les enquêtes papillons ou distributions de cartes

Le principe consiste à délimiter le secteur d'enquête et à définir les différentes entrées et sorties, un agent colle un papillon sur le pare-brise de chaque véhicule (ou on distribue une carte automobiliste), sachant que ces papillons sont différents à chaque entrée, un autre agent identifie l'origine des véhicules en repérant les papillons ou en récupérant les cartes.

Les avantages de la méthode: sont la rapidité de l'exploitation et la possibilité de pouvoir se faire de jour comme de nuit.

Les inconvénients de la méthode: c'est que l'enquête ne permet pas de connaître l'origine et la destination exacte des véhicules, mais seulement les points d'entrées et de sortie du secteur étudié.

b- Relevé des plaques minéralogiques

On relève, par enregistrement sur un magnétophone, en différents points (à choisir avec soin) du réseau, les numéros minéralogiques des véhicules ou au moins une (de l'ordre de quatre chiffres ou lettres), La comparaison de l'ensemble des relevés permet d'avoir une idée des flux.

Cette méthode permet d'avoir des résultats sans aucune gêne de la circulation, par contre, le relevé des numéros est sujet à un risque d'erreur non négligeable.

Les inconvénients sont:

- le manque d'exhaustivité (on ne peut identifier la totalité des véhicules).
- les erreurs de lecture fréquentes qui faussent partiellement les résultats.
- un dépouillement fastidieux.

c- Interview des conducteurs

Cette méthode est lourde et coûteuse mais donne des renseignements précis, on arrête (avec l'aide des forces de gendarmerie pour assurer la sécurité) un échantillon de véhicules en différents points du réseau et on questionne (pendant un temps très court qui ne doit pas dépasser quelques minutes sous peines d'irriter l'usager) l'automobiliste pour recueillir les données souhaitées :(origine, motif, fréquence et durée, trajet utilisé).

Ces informations s'ajoutent à celles que l'enquêteur peut relever directement telles que le type de véhicule. [24]

d- Les enquêteurs à domicile - enquête ménage

Un échantillon de ménages sélectionné à partir d'un fichier fait l'objet d'un interview à son domicile par une personne qualifiée, le temps n'étant plus limité comme dans le cas des interviews le long des routes, on peut poser un grand nombre de questions et obtenir de nombreux renseignements, en général, ce type d'enquête n'est pas limité à l'étude d'un projet particulier, mais porte sur l'ensemble des déplacements des ménages dans une agglomération. [28]

6.3 Différents types de trafic :

On distingue quatre types de trafic :

- **Trafic normal** : C'est un trafic existant sur l'ancien aménagement sans prendre en compte celui de nouveau projet.

- **Trafic dévié** : C'est le trafic attiré vers la nouvelle route aménagée et empruntant, sans investissement, d'autres routes ayant la même destination, la dérivation de trafic n'est qu'un transfert entre les différents moyens d'atteindre la même destination.

- **Trafic induit** : Est le nouveau trafic attiré suite à l'amélioration du niveau de service de la route aménagée.

- **Trafic total** : C'est Le trafic sur le nouvel aménagement qui sera la somme du trafic induit et du trafic dévié. [13]

6.4 Calcul de la capacité:

1- Définition de la capacité:

La capacité d'une route est le flux horaire maximum des véhicules qui peuvent raisonnablement passer en un point ou s'écouler sur une section de

route uniforme (ou deux directions) avec les caractéristiques géométriques et de circulation qui lui sont propres durant une période bien déterminée.

La capacité dépend :

- ✓ Des conditions de trafic.
- ✓ Des conditions météorologiques.
- ✓ Le type d'usagers habitués ou non à l'itinéraire.
- ✓ Des distances de sécurité (ce qui intègre le temps de réaction des conducteurs variables d'une route à l'autre).
- ✓ Des caractéristiques géométriques de la section considérée (nombre et largeur des voies)

2- Projection future du trafic :

La formule qui donne le trafic journalier moyen annuel à l'année horizon est:

$$TMJAh = TMJAo (1+\tau)^n$$

Avec :

TMJAh: trafic moyen journalier annuel à l'année horizon.

TMJAo : trafic moyen journalier annuel de référence.

n: nombre d'année.

τ : taux d'accroissement du trafic (%).

6.5 Calcul des trafics effectifs :

C'est le trafic traduit en unité de véhicules particulier (uvp), en fonction du type de la route et de l'environnement. Pour cela on utilise des coefficients d'équivalence pour convertir les Poids Lourds en (uvp).

Le trafic effectif est donné par la relation suivante

$$T_{eff} = [(1-z) + p.z] TMJAh$$

Avec :

T_{eff} : trafic effectif à l'année horizon en (uvp).

Z : pourcentage de poids lourd.

P : coefficient d'équivalence pour le poids lourd, il dépend de la nature de la route. [13]

Tableau 1.1: coefficient d'équivalence [13]

Routes	E1	E2	E3
2 voies	3	6	12
3 voies	2.5	5	10
4 voies et plus	2	4	8

6.6 Débit de pointe horaire normal :

Le débit de pointe horaire normal est une traction du trafic effectif à l'horizon, il est donné par la formule :

$$Q = (1/n) T_{eff}$$

(1/n) : Coefficient de pointe prise égale à 0,12 (en général).

Q : est exprimé en UVP/h.

6.7 Débit horaire admissible :

Le débit horaire maximal accepté par voie est déterminé par application de la formule:

$$Q_{adm} = K_1 \cdot K_2 \cdot C_{th} \cdot 2.5$$

K1 : coefficient lié à l'environnement.

K2 : coefficient de réduction de capacité.

Cth : capacité théorique par voie, qu'un profil en travers peut écouler en régime stable.

✓ **Valeur de K1:**

Tableau 1.2 : coefficient lié à l'environnement. [13]

<i>Environnement</i>	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>
K1	0.75	0.85	0.90 à 0.95

✓ **Valeurs de K2:**

Tableau 1.3 : coefficient de réduction de capacité [13]

<i>Environnement</i>	<i>Catégorie de la route</i>				
	1	2	3	4	5
E1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
E3	0.91	0.95	0.97	0.96	0.96

✓ **Valeurs de Cth:**

Tableau 1.4 : Les capacités théoriques [13]

<i>Nombre des voies de la route</i>	<i>Capacité théorique</i>
<i>Route à 2 voies de 3,5 m</i>	1500 à 2000 uvp/h
<i>Route à 3 voies de 3,5 m</i>	2400 à 3200 uvp/h
<i>Route à chaussées séparées</i>	1500800 uvp/h

6.8 Détermination du nombre de voies:

- Cas d'une chaussée bidirectionnelle:

On compare Q à Q_{adm} et on prend le profil permettant d'avoir :

$$Q_{adm} \geq Q$$

- Cas d'une chaussée unidirectionnelle:

Le nombre de voie par chaussée est le nombre le plus proche du rapport :

$$n = S \times Q / Q_{adm}$$

Avec :

S : coefficient de dissymétrie en général égal à 2/3.

Q_{adm} : débit admissible par voie. [29]

6.9 APPLICATION AU PROJET :LES DONNEES DE TRAFIC :

✓ Le trafic moyen journalier annuel	TMJA2017=5000 v/j
✓ L'année de mise en service	2017
✓ Vitesse de référence	V= 100 Km/h
✓ Le taux d'accroissement annuel du trafic noté	T= 3%
✓ Le pourcentage de poids lourds	Z=30%
✓ La durée de vie estimée de	20 ans
✓ Catégorie	C1
✓ L'environnement	E1

PROJECTION FUTURE DU TRAFIC :

La formule qui donne le trafic moyen journalier annuel à l'année horizon

(TMJA_h) est:

$$TMJA_h = TJMA_0 (1 + T)^n$$

Avec: TMJA_h : le trafic à l'année horizon.

TJMA₀ : le trafic à l'année de référence.

n: nombre d'année.

T: taux d'accroissement du trafic (%).

Le Trafic à l'année (2037) pour une durée de vie de 20 Ans est :

AN:

$$TMJA_{2037} = 5000 \times (1 + 0,03)^{20}$$

$$TMJA_{2037} = 9031 \text{ v/j.}$$

CALCUL DE TRAFIC EFFECTIF :

$$T_{eff} = [(1 - Z) + P \times Z] \times TMJA_h$$

Z : pourcentage de poids lourd= 30%.

P=3 (coefficient d'équivalence pris pour convertir le poids lourds Pour une route à deux voies et un environnement E1).

AN :

$$T_{\text{eff}2037} = [(1 - 0.3) + 3 \times 0.3] \times 9031.$$

$$T_{\text{eff}2037} = 14450 \text{ uvp/j}$$

DEBIT DE POINTE HORAIRE NORMAL :

$$Q = (1/n) \times T_{\text{eff}} \quad \text{avec } (1/n) = 0.12$$

- Année de mise en service

$$Q = 0.12 \times T_{\text{eff}2017}.$$

AN :

$$Q = 0.12 \times 5000.$$

$$Q = 600 \text{ uvp/h}$$

- Année horizon :

$$Q = 0.12 \times T_{\text{eff}2037}.$$

$$Q = 1734 \text{ uvp/h}$$

AN :

$$Q = 0.12 \times 14450.$$

- Débit horaire admissible :

$$Q_{\text{adm}} = K1 \times K2 \times C_{\text{th}}$$

Environnement E1 donc $K1=0.75$.Environnement E1 et catégorie C1 donc $K2=1$.

$$C_{\text{th}} = 1500 \text{ (U.V.P/h)}.$$

AN :

$$Q_{\text{adm}} = 0.75 \times 1 \times 1500$$

$$Q_{\text{adm}} = 1125 \text{ uvp/h}$$

DETERMINATION NOMBRE DES VOIES :

$$n = S \times (Q/Q_{\text{adm}})$$

n : nombre de voies.

 Q_{adm} : débit admissible par voie.

S : coefficient dissymétrie, en général = 2/3.

Application Numérique :

$$n = (2/3) \times (1734/1125).$$

$$n = 1.03$$

Donc : $n = 2$ voie sens**6.10 Conclusion:**

Le profil en travers retenu pour notre projet est défini comme suit : route bidirectionnelle 2x2 voies de 3.5 m de largeur et des accotements de 2 m.

CHAPITRE II : ANALYSES MULTICRITERES**1- Introduction :**

Il n'est sans doute pas nécessaire d'intensifier l'intérêt que peuvent trouver de nombreux chercheurs et ingénieurs dans une étude consacrée à l'application des méthodes multicritères comme outil de décision.

L'objet du présent chapitre consiste en l'examen des systèmes multicritères pour le choix des variantes d'un projet routier. Ce dernier procure, aux projecteurs routiers qu'ils soient ingénieurs civils particulièrement ou manager généralement, des outils de travail lui permettant de réaliser une infrastructure routière de qualité et durable. Ces différents éléments qui facilitent la tâche du projecteur sont réunis en une méthodologie d'élaboration des projets routiers.

2- Définition de l'analyse multicritère:

L'analyse multicritère est une méthode qui permet d'orienter un choix sur la base de plusieurs critères communs cette méthode est essentiellement destinée à la compréhension et à la résolution de problèmes des décisions. Elle est utilisée pour porter un jugement comparatif entre des projets ou des mesures hétérogènes. De ce fait elle peut être utilisée en évaluation.

L'analyse multicritère ou les méthodes d'aide à la décision multicritères désignent généralement un ensemble de méthodes permettant d'agrèger plusieurs critères avec l'objectif de sélectionner une ou plusieurs actions, options ou solutions.

L'analyse multicritère vise à fournir des outils qui permettront de progresser dans la résolution d'un problème de décision où plusieurs objectifs, souvent contradictoires, doivent être pris en compte. [2]

3- Objectifs :

La méthode multicritères implique la participation des acteurs (décideurs, techniciens, bénéficiaires,...etc.) et aboutit à des conseils opérationnels est a des recommandations.

Son but est de :

- d'aboutir à une solution par la simplification du problème, tout en respectant les préférences des acteurs.

- Aider à prendre une décision ou à évaluer plusieurs options dans des situations où aucune possibilité n'est parfaite

- Permettre de concilier les aspects économiques, de design, technologiques, environnementaux, sociaux, ... [2]

4- Démarche à suivre :

La divergence des objectifs nécessite la recherche d'une solution des meilleurs compromis possibles alors pour applique ces méthodes, on doit nécessairement suivre les étapes suivantes :

- ✓ Identifier l'objectif global de la démarche et le type de décision.
- ✓ Dresser la liste des actions ou solutions potentielles.

✓ Identifier les critères ou standards qui orienteront les décideurs juger chacune des solutions par rapport à chacun des critères.

✓ Agréger ces jugements pour choisir la solution la plus satisfaisante.

La différence entre les méthodes d'analyse multicritère se trouve dans la façon de réaliser cette dernière étape, soit dans la façon d'évaluer chacune des solutions en fonction de critères retenus. [3]

5- LES DIFFERENTS CRITERES D'EVALUATION :

5-1 Critère 1 : développement économique et aménagement du territoire.

5-1-1 DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE:

Définition:

Le **développement économique** fait référence à l'ensemble des mutations positives (techniques, [démographiques](#), [sociales](#), sanitaires...) que peut connaître une zone [géographique](#) ([monde](#), [continent](#), [pays](#), région...). De telles mutations engendrent l'enrichissement de la population et l'amélioration des conditions de vie. C'est la raison pour laquelle le développement économique est associé au progrès.

Les moyens du développement :

Les moyens du développement sont différenciés selon les pays. Ils dépendent des structures préexistantes et de la culture partagée par la population.

Le moyen de développement le plus répandu est de procéder à des adaptations juridiques et institutionnelles encourageant l'innovation, l'investissement, l'éducation, l'accroissement de la sécurité juridique.

5-1-2 L'aménagement du territoire :

Définition : L'aménagement du territoire désigne à la fois l'action d'une collectivité sur son territoire, et le résultat de cette action.

La notion d'aménagement du territoire exprime par son seul énoncé un volontarisme politique dont l'affirmation a été soulignée et renouvelée dans la période récente en y accolant la notion de développement durable.

Les moyens :

L'aménagement du territoire mobilise tout un ensemble de secteurs d'intervention pour parvenir aux objectifs énoncés ci-dessus :

- le développement économique.
- les politiques sociales localisées.
- les politiques du logement.
- le développement des infrastructures, notamment de transport et de communication .
- la disponibilité des ressources en eau et leur gestion intégrée afin d'assurer leur durabilité.
- la préservation et la mise en valeur de l'environnement comme on la conçoit par exemple dans la gestion intégrée des zones côtières.

5-2 Critère 2 : Sécurité

5.2.1 Définition :

La sécurité est un état où les dangers, et les conditions pouvant provoquer des dommages d'ordre physique, psychologique ou matériel sont contrôlés de manière à préserver la santé et le bien-être des individus et de la communauté. C'est une ressource indispensable à la vie quotidienne qui permet à l'individu et à la communauté de réaliser ses aspirations.

L'atteinte d'un niveau de sécurité optimal nécessite que les individus, communautés, gouvernements et autres intervenants, créent et maintiennent les conditions suivantes, et ce, quel que soit le milieu de vie considéré :

- Un climat de cohésion et de paix sociale ainsi que d'équité protégeant les droits et libertés, tant au niveau familial, local, national qu'international.
- La prévention et le contrôle des blessures et autres conséquences ou dommages causés par des accidents.
- Le respect des valeurs et de l'intégrité physique, matérielle ou psychologique des personnes.
- L'accès à des moyens efficaces de prévention, de contrôle et de réhabilitation pour assurer la présence des trois premières conditions.

Ces conditions peuvent être garanties par des actions sur :

L'environnement (physique, social, technologique, politique et économique, organisationnel, etc.) et les comportements.

5.2.2 Comment améliorer la sécurité routière ?

Pour arriver à établir une meilleure sécurité routière chaque pays doit appliquer les recommandations suivantes :

- Nommer dans les instances publiques un organisme directeur chargé de guider l'effort national en matière de sécurité routière.
- Évaluer le problème, les politiques et les cadres institutionnels relatifs aux traumatismes dus aux accidents de la circulation et la capacité de prévention de ces traumatismes dans chaque pays.
- Préparer une stratégie et un plan d'action nationaux pour la sécurité routière.
- Allouer les ressources humaines et financières nécessaires pour s'attaquer aux problèmes.
- Appuyer la constitution de capacités nationales et la coopération internationale.

5.3 Critère 3 : Avantages pour les usagers :

5.3.1 Confort de l'utilisateur :

Ce paramètre est directement fonction de :

- L'amplitude des déformations
- L'ampleur des dégradations ponctuelles
- Dispositifs de sécurité

Les déformations propres aux chaussées souples se traduisent, par de l'orniérage, de l'affaissement, les fissurations, les fissures transversales, le

faïençage, les arrachements, les nids de-poule, la dentelle de rive, la pelade, le ressuage, réparation. Le degré de gravité est apprécié par la profondeur.

L'approche sensorielle restant fondamentale, elle est abordée au travers des thématiques suivantes :

- Le confort acoustique
- Le confort visuel
- Le confort climatique

5.4 Critère 4 : Environnement :

Les infrastructures routières, par leur dimension et leur linéarité, peuvent modifier profondément les écosystèmes par des effets liés à :

- ✓ Des destructions directes dans l'emprise ou à proximité
- ✓ Des destructions indirectes :
 - Dérangements (chantier, exploitation)
 - Modifications d'habitats (coupes forestières, arrachements...)
 - Désorganisations des habitats (fragmentation, changement du tracé d'un cours d'eau, remembrement,...)

La prise en considération des milieux naturels et écosystèmes sera abordée à travers trois préoccupations essentielles :

- Connaissance approfondie de l'environnement
- Intégrité et continuité des écosystèmes
- Identité des milieux et écosystèmes

De ces éléments se dégagent 5 aspects essentiels :

- ✓ Aspect génie civil ou art du volume
- ✓ L'aspect fonctionnel ou art de la surface
- ✓ L'aspect économique ou art du compromis
- ✓ L'aspect environnement ou art de l'ouverture
- ✓ L'aspect politique ou art du réalisme

5.4.1 L'effet des routes sur l'environnement :

La route influe l'environnement, au sens étymologique, donc des écosystèmes définis par leurs composants : eau, air, faune, flore, sol et sous-sol. Les exigences sociales ont peu à peu forger des outils législatifs et réglementaires qui encadrent ces domaines, elle touche aussi les zones urbaines.

Donc les infrastructures modifieront le développement urbain, mais aussi le développement économique d'un territoire.

5.4.2 Conséquences des routes sur le milieu naturel :

On distingue plusieurs milieux touchés, par conséquent on peut citer :

- ✓ Impact sur l'eau
- ✓ Pollution atmosphérique
- ✓ Impact sur le bruit et les vibrations
- ✓ Impact sur le milieu physique
- ✓ Impact sur le milieu urbain

5.4.3 Solutions et remèdes :

On a donc recours à l'aménagement des aires de repos et des routes autoroutières afin de ne pas nuire notre environnement.

- ✓ Equipement des stations de repos autoroutières
- ✓ Les plantations le long des routes
- ✓ Réduction des nuisances acoustiques
- ✓ Recyclage et valorisation des déchets routiers

5.5 Critère 5 : Situations initiales exceptionnellement défavorables :

L'aménagement du territoire doit en premier lieu servir de levier à l'économie départementale. C'est pourquoi les infrastructures ont été pensées en cohérence avec le schéma de développement économique.

En termes de sécurité, il est important de réagir et de proposer de vraies solutions puisque l'Algérie figure parmi les pays qui représentent un taux d'accidentologie très important et très inquiétant.

5.5.1 Les démarches de modernisation des itinéraires routiers :

Une démarche a été proposée par le conseil général en Europe pour établir une meilleure stratégie de réhabilitation. Aucune politique de réhabilitation n'est possible sans connaissance suffisante de la route. Néanmoins, l'analyse du réseau existant peut-être détaillée ou simplifiée ; de même que le choix des méthodes de réhabilitation. Cette démarche comprend les étapes suivantes :

- ✓ Connaître son réseau au plan économique
- ✓ Connaître les performances de son réseau
- ✓ Fixer un objectif de performance pour chaque itinéraire
- ✓ Choisir et évaluer les techniques de réhabilitation
- ✓ Définir les travaux d'accompagnement
- ✓ Déterminer des priorités

5.5.2 Les stratégies d'entretien et de réhabilitation :

L'objectif du gouvernement dans son programme sectoriel des transports, est de renforcer la capacité d'entretien des routes pour atteindre une plus grande efficacité dans l'utilisation des ressources disponibles par la recherche d'un équilibre entre les investissements prudents et les dépenses d'entretien routier.

Cet objectif se traduit par une politique mettant notamment l'accent sur le désengagement de l'état de l'exécution et du contrôle des travaux d'entretien routier en faveur du secteur privé et permettant de :

- ✓ Garantir l'efficacité dans l'utilisation des budgets et des financements affectés à l'entretien des routes.
- ✓ Favoriser l'amélioration de la productivité et la gestion au niveau local des routes rurales à travers une structuration progressive des Communes, de manière à les rendre aptes à assurer pleinement les missions de maîtrise d'ouvrage.
- ✓ Impliquer à travers les Communes les populations bénéficiaires à la prise de décision, au financement à l'exécution de la réhabilitation et de l'entretien des routes rurales ainsi qu'à l'application des mesures de protection de l'environnement.

La stratégie de réhabilitation et de l'entretien des routes rurales est partie intégrante de la stratégie sectorielle des transports adoptée par le Gouvernement et repose entre autres sur :

- Le transfert des routes rurales dans le patrimoine des communes.
- La définition d'un réseau prioritaire des routes communales. [4]

5.6 Critère 6 : incidence sur les autres modes :

Ce critère est relatif principalement aux différents modes de transport qu'ils existent.

5.6.1 Modes de transport :

Un mode de transport désigne une forme particulière de transport qui se distingue principalement par le véhicule utilisé, et par conséquent par l'infrastructure qu'il met en œuvre. Le terme multi modalité est utilisé quand plusieurs modes de transport sont associés pour concourir à la réalisation d'une opération de transport.

Le mode de transport est en relation directe avec le milieu où évoluent les véhicules de transport. [5]

5.6.2 Choix du mode de transport :

Les facteurs principaux pour faire un choix du mode de transport sont :

- Le coût
- La rapidité
- Et la sécurité

Quelquefois, c'est la géographie (franchissement d'obstacles naturels, etc...), le climat et plus généralement l'environnement qui obligent à utiliser un mode de transport, dont l'objectif est de :

- Réduire le coût
- Réduire la durée
- La recherche de la sécurité

Chacun des modes de transport possède ses particularités. Il reste que la demande actuelle est en partie régie par des réseaux intégrés de transport, lesquels exigent un maximum de souplesse.

Les modes de transport peuvent concurrencer ou se compléter en termes de coût, de rapidité, d'accessibilité, de fréquence, de sécurité, de confort, etc... [5]

5.7- Critère 7 : L'emploi :

Un emploi est un contrat passé entre deux parties, l'employeur et l'employé, pour la réalisation d'une mission contre une rémunération ou par l'exercice d'une profession.

La notion d'emploi est souvent assimilée avec celle de salariat. En réalité la rémunération peut tout aussi bien prendre la forme : d'un traitement (personne public), d'un salaire (personne physique ou morale) et d'honoraire (artisan, commerçant, profession libérale, etc...) [6]

5.7.1 Impact d'un projet routier sur l'emploi :

5.7.1.1 Emploi direct:

Les projets routiers sont des projets à court et à moyen terme qui génèrent du travail en maximisant l'emploi de la main d'œuvre disponible et cela durant tout le cycle du projet. Tandis, L'emploi direct est généralement lié à l'investissement du projet routier.

Les projets d'infrastructure sont axés sur la main d'œuvre, ils représentent non seulement des opportunités d'emploi à court terme mais ils peuvent contribuer aussi au développement socio-économique et diminue le taux de chômage.[7]

5.7.1.2 Emploi indirect :

Dans la plus part des cas, ce genre d'emploi est en relation directe avec l'exploitation ainsi de l'entretien du tracé routier.

A ce titre on voit que le nombre d'emplois lié a un projet routier que ce soit direct ou indirect est important, donc l'insertion de l'emploi est devenue une condition obligatoire dans l'exécution d'un projet routier. [7]

5.8- Critère 8 : Energie :

Les transports représentent plus de 20% de la consommation mondiale d'énergie et 60% de la consommation mondiale de pétrole. Ils restent aussi au niveau mondial l'une des principales sources de la pollution atmosphérique et sont responsable de 20% des émissions de gaz à effet de serre. [8]

5.8.1 Consommation de l'énergie :

Le développement économique et la croissance démographique génèrent une forte demande d'énergie. Tous les secteurs d'activité enregistrent de fortes croissances de consommation, en premier lieu le secteur résidentiel, suivi des secteurs de transports et de l'industrie. [8]

5.8.2 Les différents types d'énergies utilisés :

- Diesel ou essence
- Le gaz de pétrole liquéfié
- véhicule électrique (0 émission)
- véhicule hybride (moteur thermique + moteur électrique)
- l'électricité

5.9- Critère 9 : Bilan Financier pour la puissance Public :

5.9.1 Les notions des couts généralisés :

Tout déplacement génère une dépense pour l'utilisateur et pour la collectivité. L'amalgame de dépenses réelles et d'éléments non monétaire représente les couts généralisés.

Tout naturellement, on est amené à estimer deux types de cout : celui ressenti par l'utilisateur appelé " cout individuel" et ce ressenti par la collectivité appelé " cout collectif". [9]

5.9.2 Méthodologie de l'étude de rentabilité économique et financière :

Etude de rentabilité économique :

- La définition du cadre de l'étude, à savoir des situations avec et sans projet d'investissement

- L'estimation des variations des avantages et coûts hors toutes taxes de consommation entre les situations avec et sans projet d'investissement, pour les différents acteurs du projet : l'exploitation, les usagers et la collectivité. Lesquelles variations contribueront, en plus ou en moins, à la constitution des bénéfices procurés par cet investissement.

- Le calcul du taux de rendement interne proprement dit, et l'analyse de sensibilité de la valeur obtenue vis-à-vis de modification des hypothèses de base du calcul. [10]

5.9.2.2 Etude de rentabilité financière :

- La définition du projet d'investissement

- L'estimation des revenus et coûts du projet d'investissement, pour le gestionnaire. . Lesquelles contribueront, en plus ou en moins, à la constitution des bénéfices procurés par cet investissement.

- Le calcul du taux de rendement interne proprement dit, et l'analyse de sensibilité de la valeur obtenue vis-à-vis de modification des hypothèses de base du calcul. [10]

5.10- Critère 10 : Bilan cout avantage :

Afin de mettre en évidence ce que rapporte le projet et aussi ce qu'il coûte (construction, exploitation et entretien), la puissance publique effectue un calcul socioéconomique exprimant des méthodes d'évaluation des effets économiques des investissements routiers.

Cette évaluation permet de calculer les indicateurs clés de rentabilité socio-économique permettant d'apprécier l'intérêt du projet pour la collectivité. [10]

6- Les Critères Evaluatifs Des Projet :

Le développement durable est un enjeu important qui doit être considéré pour toutes les activités humaines actuelles et futures. Il consiste à fournir à tous les êtres humains et à leurs sociétés les moyens de vivre et de se développer sans épuiser les ressources de notre Planète et sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins.

En raison de la couverture territoriale importante des réseaux d'infrastructures routières et de leurs effets, de la multiplicité des acteurs

concernés et des nombreux domaines affectés, les projets routiers sont directement concernés par ce nouveau modèle sociétal.

Le développement durable est un processus de développement qui répond aux besoins sociaux, environnementaux et économiques actuel.

Ce concept exclut les positions radicales tant écologistes qu'économiques. Il s'agit d'un compromis acceptable pour tous, bien que sa mise en application s'avère extrêmement difficile. Il montre aussi que l'on ne peut plus résoudre les problèmes sectoriellement mais que l'on doit les traiter globalement. On peut remarquer que cette définition du développement durable place l'homme et ses besoins au cœur du processus. Il s'agit là d'une vision qualifiée d'anthropocentrée. [2]

Le développement durable est lié à un certain nombre de principes liés à l'environnement, l'économie et la société:

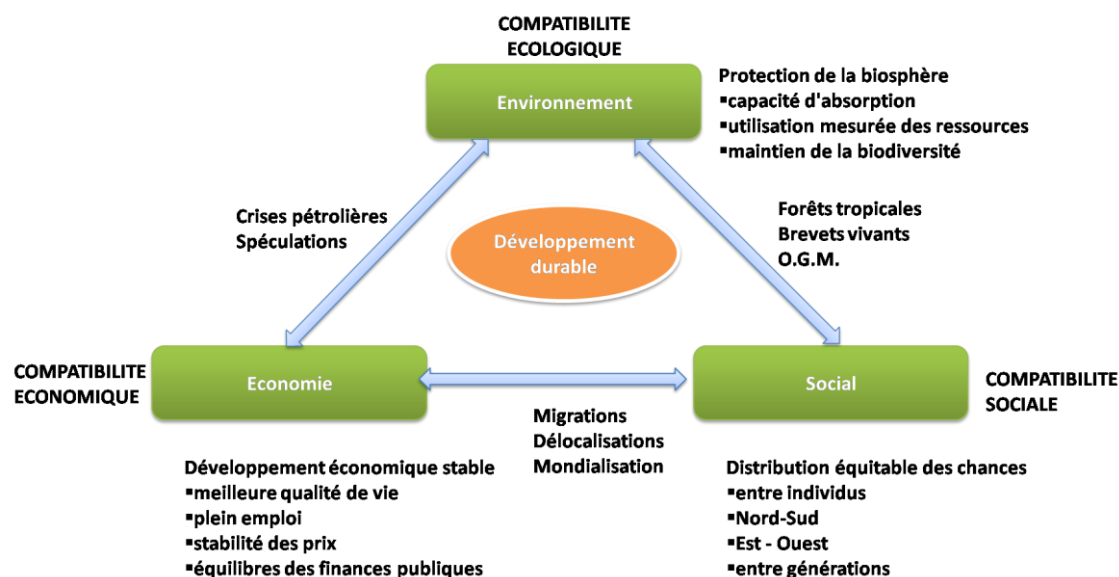


Figure 2-1 : les trois mesures de la durabilité [2]

6.1-Environnement :

L'environnement est tout ce qui nous entoure. C'est l'ensemble des éléments naturels et artificiels au sein duquel se déroule la vie humaine. Avec les enjeux écologiques actuels, le terme environnement tend actuellement à prendre une dimension de plus en plus mondiale.

Pour la dimension environnementale (écologique), le développement est dit durable lorsqu'il permet de:

- ✓ assurer l'épanouissement des êtres humains et des écosystèmes.
- ✓ maintenir l'utilisation des ressources renouvelables.
- ✓ stabiliser ou réduire la consommation des ressources non-renouvelables.
- ✓ maintenir à long terme les diverses émissions polluantes à un niveau minimum.

- ✓ réduire le risque ainsi que les effets des catastrophes écologiques.

A notre époque, l'environnement est perçu comme une matière à sculpter, un territoire à structurer, à ménager. Cette conception dérive d'une approche prométhéenne visant à affirmer la domination de l'homme sur la nature. Face aux discours d'une écologie radicale souvent naïve et antihumaniste, l'approche (instrumentale et cartésienne de l'environnement) aurait naturelle, fondée en raison et totalement adaptée aux nécessités économique, industrielles, commerciales et financières de notre temps. [11]

- **Les ressources en eaux :**

Les routes peuvent contribuer à la modification des écoulements et à la qualité des eaux de surface et souterraines, entraînant parfois un risque accru d'inondation, d'érosion, de dépôts, ou une modification brutale de la dynamique de la nappe phréatique.

Pour prévenir la pollution accidentelle ou chronique des eaux superficielles et souterraines, la conception de bassins antipollution ou de merlons anti déversement est un moyen assez efficace pour réduire ou pour supprimer ce

type de nuisances. Aussi le drainage des routes doit être conçu de façon à retenir l'eau dans des micros – bassins pour qu'elle soit utilisable par l'homme et la nature, ou pour affaiblir les inondations et évacuer les eaux stagnantes.

- **La qualité de l'air :**

La pollution de l'air due au trafic routier est essentiellement causée par les gaz d'échappement et la poussière. La réduction de ces effets exige une modification de la politique nationale dont les principaux objectifs devront veiller à :

- ✓ Limiter les rejets de gaz polluants tels que le CO₂ (gaz carbonique) grâce à l'amélioration de la carburation et des moteurs.
- ✓ Utiliser d'autres modes de transport.
- ✓ Utiliser d'autres sources d'énergie.
- ✓ Régler le trafic.
- ✓ Contrôler les véhicules et les vitesses.
- ✓ Encourager des plantations dans les villes sujettes aux pollutions de l'air.

- **La faune et la flore :**

Les projets routiers peuvent générer des impacts importants sur le milieu naturel, il est important de prendre en compte les effets indirects et d'étudier les conséquences du projet sur l'écosystème dans son ensemble.

Le choix du tracé doit tenir compte des problèmes liés à l'environnement biologique.

Des précautions peuvent être prises à un stade précoce de la planification du projet pour protéger le milieu naturel, et faciliter le déplacement de la faune par l'implantation de passages pour faunes, ou encore la conception de franchissements revêtus ou non. Ces passages doivent être conçus de façon que leur entretien soit le plus simple possible et que leur gestion soit à la fois naturelle et écologique.

- Impact sur la santé :

Les contraintes de protection de la santé s'imposent maintenant aux projets routiers. Le volet santé de l'étude d'impact doit en particulier évaluer l'état initial en termes de mortalité et de morbidité sur une zone d'étude pertinente. Il doit ensuite évaluer l'incidence de l'aménagement sur ces données. [12]

- Le bruit :

C'est un des impacts les plus manifestes de la circulation routière et peut apparaître pendant la phase de la construction. Pour les travaux d'excavation ou d'emprunt dans les zones sensibles, une attention particulière doit être accordée aux normes applicables au niveau sonore des engins, aux horaires de travail, aux itinéraires de transport des matériaux et à tout autre aspect ayant trait à la gestion du chantier. Le niveau moyen du bruit diminue avec l'éloignement par rapport à la voie de circulation. Ceci montre que les possibilités d'amélioration en matière de protection contre le bruit peuvent être attendues:

- ✓ D'une part, de l'éloignement des habitations par rapport aux voies de circulation (Éloignement qui peut jouer soit en surface soit en élévation).
- ✓ D'autre part, de l'orientation de l'habitation par rapport à ces voies ou au moins par rapport aux points singuliers de circulation, tels que les feux, les carrefours, les rampes.

Des résultats positifs peuvent également être atteints par une bonne insertion des voies nouvelles en tissu urbain, comportant notamment:

- ✓ La mise en tranchée ou en tunnel des voies de circulation.
- ✓ La protection par des écrans pleins (béton, verre ...etc.)
- ✓ La réalisation de plantations (mais celles-ci n'ont d'efficacité que pour des épaisseurs importantes). [12]

6.2- Développement économique :

Le développement économique désigne les évolutions positives dans les changements structurels d'une zone géographique ou d'une population : démographiques, techniques, industriels, sanitaires, culturels, sociales... de tels changements engendrent l'enrichissement de la population et l'amélioration des conditions de vie. C'est la raison pour laquelle le développement économique est associé au progrès.

Dans les pays économiquement avancés le développement est recherché, en général, par l'encouragement de l'innovation, l'investissement, l'éducation, l'accroissement de la sécurité juridique...

Dans les pays émergents, le développement est principalement basé sur l'exploitation des ressources naturelles et le faible coût de la main d'œuvre.

Pour la dimension économique, le développement est durable lorsque :

- ✓ le rendement économique et la richesse de la société peuvent être sauvegardés à long terme et être améliorés sur le plan qualitatif plutôt que quantitatif.
- ✓ l'économie est compétitive, qu'elle permet la création d'emplois et l'amélioration du bien-être général.

✓ les coûts assument l'essentiel de la gestion sur les marchés et qu'ils reflètent les coûts externes ainsi que la pénurie de ressources, de facteurs de production, de biens et de services. [12]

- Les moyens du développement :

Les moyens du développement sont différenciés selon les pays. Ils dépendent des structures pré existantes et de la culture partagée par la population.

Le rôle de l'état est de créer les conditions de l'augmentation des compétences, afin que se développe un système efficace de production et distribution de biens et services. Tout ça par l'amélioration de l'environnement juridique: sécurité, juridique, adaptation des lois.

a. Les voies actuelles du développement économique :

Les voies du développement doivent tenir compte de l'évolution vers l'économie post industrielle. Même les pays émergents tiennent compte que leur développement ne peut se baser durablement sur l'utilisation de leurs gisements de travail manuel à bas coût, mais doit s'orienter aussi vers des activités plus sophistiquées et incluant davantage de «savoirs» et d'innovation.

- Sociale :

L'étude sociale a pour but d'évaluer l'opportunité de l'aménagement d'une infrastructure de transport en tenant compte des dynamiques existantes, de l'offre de transport et de son évolution, ainsi que des impacts positifs et négatifs du projet sur le plan sociale.

Elle a ainsi pour objectifs de décrire le contexte actuel et de mettre en évidence les enjeux de développement liés à l'aménagement de dédoublement de Saida - Hessa de 2x2 voie sur la ROUTE NATIONALE 92. [12]

6.3- Avantages pour les usagers :

Le niveau de service est une notion complexe, ne se réduisant ni à un chiffre, ni à une formule ou une définition simple. Ce paramètre doit être analysé par rapport aux diverses finalités visées par le Maître de l'Ouvrage et directement liées à l'utilisateur de la route et son confort :

- ✓ Sécurité.
- ✓ Temps de parcours, fluidité.
- ✓ Permanence.
- ✓ Confort de conduite (confort acoustique, confort visuel...).
- ✓ Agrément de parcours et des sites. [12]

7- Conclusion :

L'objectif principal à atteindre est celui d'intégrer l'équipement dans le paysage qu'il traverse avec le minimum de nuisances économiques, environnementales et écologiques.

CHAPITRE III: ETUDE

1. Introduction:

Les qualités que doit présenter, une route sont très nombreuses, les plus importantes pour l'utilisateur sont : la sécurité et le confort.

Notre objectif principal consiste à augmenter le niveau de service de la route existante par le dédoublement.

Pour atteindre l'objectif visé, notre travail dans ce chapitre a été structuré comme suit :

- ✓ Etudier le trafic afin de justifier l'utilité de l'aménagement prévu.
- ✓ Etudier la géométrie en plan, en long et en travers du projet.
- ✓ Procéder à un dimensionnement des corps de la chaussée neuve
- ✓ Etudier l'assainissement du projet

Ce chapitre comprendra également la méthodologie d'étude, l'étude de faisabilité et les paramètres fondamentaux du dimensionnement.

2. METHODOLOGIE ETUDES

2.1 Consistance des travaux d'études :

Les travaux du Bureau d'Etudes comprennent :

- L'étude préliminaire et recherche du tracé.
- Le levé topographique
- Programme géotechnique et Pilotage du laboratoire.
- L'établissement d'un Avant-Projet Sommaire
- L'établissement d'un Avant-Projet Détaillé
- Une étude d'assainissement pour les ouvrages courants et non courants
- L'établissement d'un Dossier de Consultation des Entreprises (D.C.E)

2.2 PORTEE DES PRESTATIONS DU BUREAU D'ETUDES :

Le Bureau d'Etudes s'acquittera de tous les services et exécutera les prestations nécessaires pour atteindre les objectifs qui sont indiqués dans le cahier des charges.

Il effectuera les prestations nécessaires définies dans le présent contrat.

2.3 NATURE DES PRESTATIONS

2.3.1 Etude préliminaire et recherche d'un tracé

Cette étape consiste à chercher un meilleur choix du tracé et faire une étude préliminaire des différentes variantes.

2.3.2 Levé topographique :

Le levé topographique comprendra la polygonale principale et sera établi à l'échelle 1/1000. Il prendra en compte tous les détails existants sur l'assiette du profil en travers qui englobe la chaussée existante et une distance maximale de 20 m (10 m de part et d'autre de la piste à projeter).

La polygonale principale doit être implantée indépendamment de la polygonale secondaire en des endroits protégés et où il n'y a aucun risque de déperdition.

Cette polygonale doit être matérialisée par des piquets scellés en béton construit à l'aide d'un moule cubique de 25 cm d'arête.

Le nivellement des points de la polygonale principale doit se faire à l'aide d'un niveau au lieu d'une distance mètre afin de déterminer l'altimétrie avec une grande précision.

2.4 Etude géotechnique :

2.4.1 Programme géotechnique et pilotage du laboratoire:

Le Programme de reconnaissance géotechnique doit être établi à l'échelle du tracé en plan (1/1000) et doit comporter toutes les indications concernant les essais à effectuer par le laboratoire.

Il doit être remis au Contractant pour son approbation.

Le Bureau d'études est tenu de piloter le laboratoire lors des investigations géotechniques.

2.4.2 Analyse géotechnique :

Elle permettra au Bureau d'Etudes d'exploiter et d'analyser les données des investigations géotechniques réalisées par le laboratoire désigné par le Cocontractant et résumées dans un rapport qui lui sera remis par celui-ci.

L'analyse de cette étude géotechnique doit faire ressortir toutes les difficultés qui peuvent entraver le projet et le remède préconisé par le Bureau d'Etudes pour solutionner les problèmes dus à la nature géotechnique du terrain.

2.5 Avant- Projet Sommaire :

L'étude de réhabilitation objet de la présente convention nécessite l'étude d'un Avant-Projet Sommaire (A.P.S.).

Il doit faire ressortir le tracé en plan et le profil en long préconisé par le Bureau d'Etudes ainsi que le profil en travers type.

Le Bureau d'Etudes doit présenter au Contractant la ou les variantes proposées lors d'une séance de travail qui sera sanctionnée par un Procès-Verbal pour l'adoption de la solution finale et qui sera développée en phase A.P.D.

2.6 Avant-projet Détaillé :

Lors de l'étude de l'Avant-Projet Détaillé le Bureau d'Etudes doit développer la variante retenue en phase APS et doit établir :

- Le tracé en plan définitif
- Le profil en long de l'axe définitif
- Les profils en travers courants.

A la fin de cette phase le Bureau d'Etudes doit établir

a) - Un rapport technique résumant les phases d'étude et précisant les solutions aux difficultés techniques du projet.

b) - Un Avant métré des travaux à exécuter

c) - Un listing d'implantation de la polygonale, listing des stations des profils en travers pour l'exécution des travaux.

d) - Un Dossier de Consultation des Entreprises (D.C.E)

2.7 Etude d'assainissement:

2.7.1 Etude des ouvrages courants :

Le Bureau d'Etudes est tenu de prendre en compte les ouvrages courants de la piste si elle existe afin de pouvoir étudier leur fonctionnalité et décider si on doit les maintenir ou les remplacer et déterminer les ouvrages à projeter.

A cet effet il doit étudier les bassins versants pour le dimensionnement de ces ouvrages.

Si le dimensionnement des ouvrages existants ne répond plus aux normes usuelles actuelles le Bureau d'Etudes est tenu de proposer au Contractant la solution à adopter pour leur remplacement.

2.7.2 Etude des ouvrages non courants :

Le Bureau d'Etudes doit établir un Avant-projet Sommaire (APS) pour ces ouvrages après avoir établi une étude d'assainissement qui lui permettra de les dimensionner.

2.8 DOCUMENTS A REMETTRE :

Les documents définitifs à remettre au Contractant sont :

- I) Levé topographique :
 - Un plan du levé topographique en 05 exemplaires
- II) Etude Géotechnique :
 - Un programme géotechnique en 05 exemplaires
 - Une analyse d'étude géotechnique en 05 exemplaires
- III) Avant -Projet Sommaire :
 - Un tracé en plan en 05 exemplaires
 - Un profil en long en 05 exemplaires
 - Un profil en travers type en 05 exemplaires
- IV) Avant- Projet Détaillé :
 - Un tracé en plan en 05 exemplaires
 - Un profil en long en 05 exemplaires
 - Un profil en travers type en 05 exemplaires
 - Les profils en travers courants tous les 25 m en 05 Exemplaires
 - Un avant métré en 05 exemplaires
 - Un listing d'implantation avec les coordonnées des deux polygones (principale et secondaire) en 05 exemplaires
 - Un Dossier de Consultation des Entreprises (D.C.E) en 12 exemplaires.
- V) Assainissement :
 - 1) Ouvrages Courants :
 - Vue en plan à l'échelle du 1/100
 - Coupe longitudinale en rapport avec le terrain naturel à l'échelle 1/100
 - Vue en élévation à l'échelle 1/100
 - Coupe transversale à l'échelle 1/50
 - Plan d'implantation à l'échelle 1/50
 - Métré
 - Liste des ouvrages à prolonger, à projeter et ou à redimensionner avec leurs points kilométriques respectifs.

2) Ouvrages non Courants :

L'étude A.P.S doit comprendre

- Vue en plan à l'échelle du 1/100
- Coupe longitudinale en rapport avec le terrain naturel à l'échelle 1/100
- Vue en élévation à l'échelle 1/100
- Coupe transversale à l'échelle 1/50
- Plan d'implantation à l'échelle 1/50
- Métré

VI) Dossier de Consultation des Entreprises (D.C.E) :

Ce dossier doit comprendre les clauses administratives particulières, les clauses techniques utilisées lors des travaux, le bordereau des prix unitaires et le devis quantitatif et estimatif des travaux en dix(10) exemplaires.

2.9 Recherche de tracé :

Il s'agit du choix du couloir dépendant des variantes du tracé en tenant compte des données de : Topographie, géotechnique, d'hydrologie et d'environnement.

Par la suite on doit définir :

- le tracé en plan
- le profil en long
- le profil en travers

[18]

3- Etude de faisabilité :

3.1 Objectifs de l'étude :

L'étude de faisabilité se trouve régulièrement constitué de deux phases dont la phase A désigne l'étude d'avant-projet sommaire, et la phase B désigne l'étude d'avant-projet détaillé

3.1.1 PHASE A : Etudes D'avant Projet Sommaire :

Le bureau d'études aura a proposé deux ou trois variantes a examiné par le maître d'ouvrage, il devra procéder à la recherche d'éventuelles variantes pouvant présenter un meilleur rapport technico économique. La comparaison multicritère permettra au BET de proposer la variante optimale qui fera l'objet d'étude détaillée.

- Prestations à exécuter par le Bureau d'études pour cette phase d'études d'Avant- Projet Sommaire :

Sur la base du couloir de tracé de l'étude préliminaire, le bureau d'études retenu exécutera pour la phase des études d'Avant-Projet Sommaire les prestations suivantes :

1. Etudes techniques :

Topographie, environnement, économie, hydraulique et hydrologie, ouvrages d'art, tunnels, tracé, coûts de construction,

2. Comparaison technico-économiques des variantes,

3. Elaboration et édition du Dossier final de l'étude d'Avant-Projet Sommaire.

Chaque tâche étant détaillée ci-après :

3.1.1.1 Etudes Techniques :

Lors de ces études techniques, le bureau d'études aura à :

- Etudier le couloir retenu par photo-interprétation au 1/25 000^{ème},
- Effectuer, pour la ou les variantes (s) retenue (s), une restitution au 1/5 000^{ème} sur une bande de largeur de 180 m,
- Définir les normes techniques des tracés compte tenu des trafics, des plans de développement, d'urbanisme, de l'agriculture, de l'industrie et des contraintes topographiques, d'environnement et géologiques existantes,
- Faire une reconnaissance géologique, hydrologique, hydraulique,etc.
- Elaborer les études des ouvrages d'art,
- Définir et réaliser un programme sommaire de sondages, et d'essais in situ et de laboratoire,
- Etablir l'étude de tracés au 1/5 000^{ème}, des profils en long au 1/5 000^{ème}, ou 1/500^{ème}, et des profils en travers au 1/100^{ème} ou 1/200^{ème},
- Etablir l'étude d'assainissement,
- Etablir l'étude de dimensionnement du corps de chaussée.

Le contenu de ces études techniques étant explicité ci-après :

3.1.1.1.1 Travaux topographiques:

- Restitution et agrandissement :

La restitution au 1/5 000^{ème} à partir de la cartographie existante et photos aériennes disponibles. Les cartes et photos aériennes peuvent être obtenues auprès de l'INCT (Institut National et Cartographie et de Télédétection). La Direction des Travaux Publics établira en temps voulu des attestations au bureau d'étude pour lui faciliter l'achat de ces documents.

Levés complémentaires directs à l'échelle 1/5 000^{ème} (dans le cas où la restitution s'avère difficile) :

Le bureau d'étude fera des travaux topographiques complémentaires sur le terrain afin d'affiner certaines zones où la topographie est prononcée et ce afin de lui permettre d'élaborer des études suffisamment précises.

Ces travaux comprendront:

- L'implantation d'une polygonale de base,
- Le levé de l'échelle 1/5 000^{ème} d'un couloir de 100 m de largeur avec une densité de 50 points par hectare en moyenne et plus en zones difficiles,
- Le calcul et l'élaboration de la cartographie au 1/5 000^{ème}.

3.1.1.2 Analyse environnementale :

La contribution de l'environnement dans le cadre de l'analyse consiste à :

Identifier les enjeux et préoccupations majeures qui pourraient remettre en question la faisabilité du projet.

Identifier les éléments sensibles de l'environnement à prendre en compte dans le choix de l'axe.

3.1.1.3 Etude de circulation :

L'étude de trafic entamée lors de l'élaboration des études préliminaires sera affinée au fur et à mesure de l'avancement des études. Le bureau d'études est tenu de présenter à l'Administration l'approche que compte mettre en place pour l'exécution de cette prestation et ce en tenant compte des différentes phases de l'étude (phase préliminaire, phase APS et phase APD).

3.1.1.4 Hydrologie et hydraulique :

Cette étude a pour principal objectif le dimensionnement des ouvrages hydrauliques du tracé. Il s'agit de définir les méthodes de calcul et les résultats des débits de ruissellement générés qui déterminent l'ouverture et la conception des ouvrages d'art courants et non courants.

3.1.1.5 Reconnaissances géologiques et géotechniques :

Cette étude vise à analyser, à confirmer et à préciser les profils géologiques. Elle devra contenir pour la partie géologique, l'identification des matériaux rencontrés le long des variantes du couloir, illustrés par une carte géologique basée sur des données de terrain recueillies lors des missions de terrain.

La partie géotechnique abordera les différentes zones sensibles du point de vue géologique et donne les recommandations préliminaires de construction des éléments tels que les remblais et les déblais, l'infrastructure et la structure de chaussée. La problématique des matériaux d'emprunts sera aussi abordée.

A l'issue de cette tâche, le bureau d'étude aura à fournir :

- La carte géologique au 150 000^{ème} ou au 1/25 000^{ème} pour la carte générale de chaque variante proposé et au 1/5 000^{ème} pour les zones difficiles,
- Le rapport détaillé général et interprétations pour chaque variante proposée et les rapports particuliers pour les zones difficiles.

3.1.1.6 Etude des variantes de tracés,

Le but de cette étude est d'évaluer les différentes variantes du couloir sous étude en regard de leur conception routière, et de choisir sur la base de l'analyse des critères géométriques, le meilleur couloir dans lequel doit s'insérer le tracé d'avant-projet sommaire.

Le bureau d'étude établira sur fond de carte au 1/25 000^{ème} les informations géomorphologiques de l'occupation des sols et justifiera la variante qu'il propose de retenir pour la suite des études (APD).

Le bureau d'étude fournira:

- Un rapport sur le choix des normes géométriques à appliquer au projet,
- Une fiche regroupant pour la ou les variantes proposées, et sous une forme synthétique les principales caractéristiques (les localités traversées, linéaire, contraintes particulières...),
- Un plan de situation au 1/50 000^{ème},

- Le tracé des différentes variantes sera défini sur un plan général au 1/5 000^{ème} et 1/2 000^{ème} en zone dense,
- Les profils en long, dont la longueur sera dressée à l'échelle du plan général et la hauteur à une échelle appropriée facilitant l'interprétation,
- Mes rétablissements des communications et échangeurs : les schémas des échangeurs seront représentés sur des plans au 1/2 000^{ème} avec les profils en long.

3.1.1.7 Coût de construction des variantes:

Cette étude a pour objet d'estimer le coût de réalisation de chacune des variantes du couloir analysées dans le but de faire ressortir les différences entre les variantes pour en cerner le choix.

3.1.2 PHASE B : Etudes D'avant Projet Detaille

3.1.2.1 Objectif de l'étude d'avant-projet détaillé :

La deuxième tâche du bureau d'étude, est de procéder aux études d'avant-projet détaillé. Ces études devront s'atteler à préciser réellement le choix définitif du tracé et la conception technique du projet. Ce choix devra tenir compte du cadre naturel (environnement, topographie, géologie...) et humain (population à desservir) dans lequel s'inscrit le projet.

Contenu à l'étude d'avant-projet détaillé :

3.1.2.2 Travaux Topographiques :

Un levé direct du terrain, selon le couloir de tracé arrêté en phase, APS, sera réalisé par le B.E.T. Ce levé comprend :

- L'implantation et l'observation d'une polygonale de base (dont les points seront raccordés au nivellement général de l'Algérie « NGA » et en planimétrie aux coordonnées U.T.M),
- Cette polygonale servira de support au levé de détails à l'échelle 1/1000^{ème}, sur ce dernier seront relevés les ponts obligés et obstacles conditionnant le choix de l'axe,
- La polygonale sera choisie sur le terrain de telle sorte à servir comme base pour l'implantation de l'axe au moment de la réalisation. Pour cela, trois (début, milieu, fin) points de cette polygonale seront bétonnée avec des cubes de bétons de (0,30m x 0,30m x 0,40m).
- Le levé sera fait sur une bande d'environ 180 m pour l'étude d'Avant-projet Détaillé,
- La densité des points est de l'ordre de trente (30) points à l'hectare ou plus selon la spécificité du terrain,
- Le traitement, l'interprétation, le calcul et sorties cartographiques (dessins et plans).
- Le bureau d'étude fournira à l'issue de cette tâche :
 - Le listing des points de polygonation (x, y, z),
 - Les plans au 1/1000^{ème} de la polygonale de base,
 - Le rapport d'interprétation.

✓ **A l'issu de cette étude, une réception sur terrain sera faite en présence de l'Administration, dans le but de réceptionner sur le terrain l'ensemble de la polygonale de base en insistant sur les repères fixes.**

3.1.2.3 Etudes Du Trace :

L'étude du tracé routier sera établie en fonction principalement de :

- La reconnaissance détaillée du site,
- L'évaluation du tracé en plan, du profil en long et du profil en travers à retenir selon le volume et la nature des terrassements,
- L'évaluation des zones d'emprunt et de dépôt en relation avec les volumes de terrassements et des études d'impacts.

Une étude détaillée des aires annexes (station des bus, aires de repos...etc.) est à établir. Cette étude tiendra compte du relief du site d'implantation. Le bureau d'étude devra également, dans son choix des sites retenus pour les aménagements des aires, mette en évidence les motifs liés à l'environnement, aux besoins de l'usager et à la technique qui ont conduit aux choix de l'implantation précise de chaque aire.

Les études routières seront sanctionnées par la remise des documents ci-après :

- Un rapport explicatif
- Un dossier « contraintes et réseaux divers », accompagné des plans multi réseaux
 - Un plan général au 1/25 000^{ème}
 - Les tracés en plan au 1/1 000^{ème}
 - Les profils en long au 1/1 000^{ème} et 1/100^{ème}
 - Les plans de collecte et drainage des eaux pluviales (Bassins versants),
 - Les profils en travers types au 1/50^{ème}
 - Les profils en travers courants au 1/100^{ème}
 - Les plans de signalisation
 - Les plans des bassins de décantation, des buttes anti bruits et coûts mesurés liés à l'environnement
 - Les plans de côtes de revêtement (si nécessaire)
 - Une liste des ouvrages d'art
 - Le listing de piquetage
 - Les métrés
 - L'estimation des travaux sur la base des prix en vigueur,
 - Une étude détaillée des aires annexes (implantation, type, surface, esquisse, coût induit...)
 - Une étude des ouvrages courants (dalots et cadres) : conception et dimensionnement de ces derniers, dossier plans (implantation, vue en plan, coupe longitudinale, métré...) et le rapport de fiche technique relative à chaque ouvrage,

- Plans d'assainissement : implantation et dimensionnement des ouvrages d'assainissement (buses, siphons, fossés, gazonnés, fossés bétonnés...) et éventuellement l'implantation et dimensionnement des bassins de décantation, ainsi qu'une collecte des données Environnementales (pluviométrie), une étude du chevelu hydrographique...

- Les plans parcellaires au 1/1000^{ème} indiquant la nature et la consistance exacte des terrains et constructions à exproprier (liste parcellaire nominative, surface des terrains en Hectares, valeur des constructions, nature des plantations et autres...) en intégrant les routes secondaires, les échangeurs, les aires de service éventuelles, les zones d'emprunts et des dépôts éventuels.

- **Point d'arrêt :**

Ebauche de tracé (tracé en plan et ligne rouge) : une fois l'ébauche de tracé effectuée. Une séance de travail sera tenue au siège de l'administration ou le bureau d'étude aura à présenter et à justifier le passage du tracé et la ligne rouge. Des remarques seront présentées au bureau d'étude dans un délai de deux (02) semaines au plus tard.

3.1.2.4 Etude Géotechnique

Sur la base des données contenues dans l'A.P.S et du couloir retenu, le bureau d'étude aura à réaliser les missions suivantes dans le but de :

- Faciliter l'étude des mouvements des terres (déblais, remblais) ;
- Procéder à la reconnaissance des matériaux d'emprunt pour les remblais et les couches de forme ;
- Procéder à la reconnaissance des matériaux de corps de chaussée et des bétons pour les ouvrages d'art ;
- Déterminer la stabilité des déblais, des versants et des remblais de grandes hauteurs et ou sur versants,
- Aider à la définition des ouvrages spécifiques sur sols compressibles en zones marécageuses et autres zones difficiles (cavités, remblais anciens...).
- Définir le type et la profondeur des fondations des ouvrages d'art ;

Mission1 : Procéder à une reconnaissance géologique et hydrogéologique sur le terrain :

- Sur les documents topographiques levés spécialement pour les études de tracé, le géotechnicien du B.E.T. établira une géologie plus précise que celle établie) à l'occasion de l'étude A.P.S. et donnera les éléments nécessaires à l'établissement d'un profil en long.

Cette carte permettra d'adopter à la géométrie initialement proposée des adaptations tant en tracé en plan qu'en profil en long, destinées à réduire les difficultés d'ordre géologique et géotechnique.

- Affiner le programme géotechnique initialement proposé lors de la première phase (étude APS).

Mission 2 : Les études géotechniques consistent en l'exécution des tâches suivantes :

- Les reconnaissances in situ pour chaque lot ;

- Les essais de laboratoire pour chaque lot ;
- La recherche de matériaux (zones d'emprunt pour remblais et couche de forme et carrières pour corps de chaussée et bétons des ouvrages).
- Le BET devra implanter et assister à tous les sondages et essais in situ qu'aura à exécuter le laboratoire sur terrain, cette opération sera sanctionnée par l'établissement d'un procès-verbal dûment signé par le géotechnicien du BET et celui du laboratoire et sera transmis à l'administration.

Mission 3 : Exploiter les résultats et tous les rapports des investigations géologiques et géotechniques du laboratoire pour faire une étude détaillée

a. Des mouvements des terres (déblais – remblais) :

- Procéder à une description et à une délimitation des sols types rencontrés,
- Définir les techniques d'extraction et de réutilisation des sols rencontrés en déblais,
- Définir les sols à rejeter (mis en dépôt), ainsi que l'emplacement des zones de dépôts,
- Définir les travaux au niveau des assiettes des remblais et arases des déblais,

b. De la reconnaissance des matériaux d'emprunt pour terrassement :

- Localiser les gîtes et les favorables,
- Evaluer les caractéristiques des matériaux à utiliser,

Positionner sur un plan contenant le tracé l'ensemble des différents gîtes reconnus en précisant les distances et moyens de transport

Il y a lieu de préciser que ces matériaux doivent être utilisés en remblais courants, en remblais derrière les ouvrages et en couche de forme. En d'autre terme, il est demandé au BET de dresser un inventaire des matériaux utilisables le long du tracé.

c. Localiser les gîtes et les favorables,

L'étude vise à:

- Dégager pour chaque couche de chaussée la provenance éventuelle de matériaux en indiquant la distance moyenne de transport, la qualité des matériaux et le mode de réalisation de chacune des couches.

- Positionner sur un plan contenant le tracé de l'autoroute, l'ensemble des gîtes repérés ou étudiés en précisant la nature du gisement, le volume estimé des matériaux disponibles et leurs utilisations possibles en se basant sur les principales caractéristiques de chaque gîte.

d. De la détermination de la stabilité des déblais de versant et de remblais de grandes hauteurs ou sur versants :

- Etudier la stabilité des versants et de prévoir toutes les actions améliorant la stabilité pouvant être utilisée,

- Prévoir les éléments de confortement nécessaires,
- Définir les pentes de talus des grands remblais et leurs équipements pour assurer leur stabilité,
- Définir les hauteurs maximales des remblais sur versants inclinés,

De la détermination du type d'ouvrage sur sols compressibles ou sur remblais non consolidés :

L'étude vise à :

- Déterminer les phases de construction et les procédés de consolidation pour la traversée des vallées compressibles et des zones marécageuses, si elles existent.
- Déterminer les procédés de consolidation et de construction pour la traversée des zones remblayées et non consolidées.

e. De l'étude géologique et géotechnique des fondations des ouvrages d'art.

Les investigations géologiques et géotechniques au niveau des ouvrages d'art doivent permettre de :

- Préciser la succession et la configuration des différentes couches de sols, notamment leur continuité,
- Préciser le réseau de fissures et de diaclases dans le cas d'une fondation sur le sol rocheux et de déterminer leurs propriétés physiques et mécaniques significatives au regard du problème posé (cas d'une fondation superficielle ou profonde),
- Apprécier la plus ou moins grande hétérogénéité,
- Connaître le niveau de la nappe phréatique ainsi que ses fluctuations saisonnières ou de mesurer les débits des écoulements.

Ces investigations doivent intéresser également tous les facteurs d'environnement et préciser, le cas échéant :

- Les profondeurs prévisibles d'affouillement pour les ouvrages en rivière,
- L'existence éventuelle des cavités souterraines sous la fondation,
- La présence d'eaux agressives dans le sol,
- L'existence d'une instabilité locale ou d'ensemble préalable à l'exécution de l'ouvrage.
- La reconnaissance à également pour but de définir certains principes d'exécution et de permettre une estimation précise des coûts des fondations.

➤ **Le bureau d'étude devra présenter dans son offre un quantitatif des essais et sondages in situ et d'essais au laboratoire dûment justifié, pour chacun des lots et pour la recherche des gîtes à matériaux.**

➤ **Le bureau d'étude devra également présenter dans son offre l'accord du laboratoire qui sera chargé de réaliser les études géotechniques.**

➤ **Le coût relatif à la préparation des accès aux sites difficiles pour l'exécution des sondages pour tous les lots sont à la charge du bureau d'étude.**

➤ **Le coût réservé à la sécurisation des équipes intervenant sur terrain (études topographiques, géotechniques et visites de site) sont aussi à la charge du bureau d'étude.**

3.1.2.5 Etude D'impact Sur L'environnement

L'objectif de l'étude d'impact sur l'environnement pour un projet de route a grande vitesse est d'orienter les auteurs de l'étude sur les aspects environnementaux les plus importants qui devront faire l'objet d'étude plus détaillée afin de recenser les mesures permettant d'atténuer et de réduire au maximum les atteintes à l'environnement.

Cette étude d'impact sur l'environnement doit être réalisée conformément aux règles de l'art et à la législation en vigueur dont les principaux textes de base figurent en annexe du présent mémoire.

L'étude d'impact sur l'environnement doit, en premier lieu, faire ressortir les limites spatiales et temporelles de l'étude, la détermination de ces limites tiendra compte de l'influence du projet pendant les deux phases de construction et d'exploitation.

Les limites doivent inclure notamment :

- Les différents sites de passage du tracé envisagé,
- Les zones d'habitation traversées par l'autoroute,
- Les bassins versants concernés par le tracé,
- Toutes les zones sensibles (habitat naturel de la faune et la flore),
- Les zones d'extraction des matériaux et les trajets pour leur transport,
- Les zones d'aménagements futurs...

Cette étude comprendra les phases suivantes :

1 Une analyse de l'état initial : du site et de son environnement portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces agricoles, forestiers, hydrauliques ou de loisirs, affectés par le projet.

Cette analyse comportera entre autre :

a. Collectes des données : les experts du BET auront à effectuer des visites sur le site du projet afin de recenser toutes les données et de décrire l'état initial du site. Ces visites seront complétées par la consultation de tout document susceptible de contribuer à l'enrichissement de l'étude, tels que les ouvrages spécialisés, cartographie, photos aériennes ou satellitaires

b. L'analyse des sensibilités (illustré par des cartes de sensibilités).

L'entreprise aura à décrire les caractéristiques du milieu physique, naturel et socio-économie à savoir :

- **L'eau** : débit des cours d'eaux, qualité physico-chimique des eaux souterraines et superficielles,.....
- **La faune et la flore** : inventaire des espèces existantes, habitats et mouvements de la faune, identification des espèces rares et menacées,...

- **Les paysages** : valeur esthétique, inventaire des sites et monuments de valeur nationale et internationale,
- **Le climat** : pluviométrie, température, sécheresse, verglas, neige brouillard,...
- **La géologie** : géologie du tracé,
- **L'hydrogéologie** : description du réseau hydrographique, description de la nappe phréatique Air et bruit ! état actuel de la pollution de l'air et niveau actuel du bruit et vibration,
- **L'activité socio-économique** : population, occupation des sols, agriculture, industrie, transport, tourisme,....

2 Une analyse des impacts sur l'environnement : et en particulier sur les paysages, la faune, la flore, les milieux naturels et les équilibres biologiques, sur la commandité des voisinages (bruits, vibrations, odeurs, fumées, émissions lumineuses).

Celle-ci se fera pour les phases construction et exploitation du projet.

Le BET devra décrire la méthode retenue pour l'identification des impacts, les techniques et méthodes utilisées doivent être objectives, concrètes et reproductibles. Le lecteur doit pouvoir suivre facilement le raisonnement de l'initiateur pour déterminer les impacts. Une fois cernés, il procèdera à leur quantification et à l'évaluation de leurs effets sur l'environnement en tenant compte des normes en vigueur.

Cette analyse permettra :

- De déterminer sur la plan qualité et gravité de l'incidence (degré de risque) les impacts directs et indirects ;
- De prévoir des recommandations spécifiques pour la préservation de l'environnement ;
- De mettre en place des procédures rigoureuses pour le suivi des chantiers et la réception des travaux ;
- L'identification des impacts se fera pour les phases de construction et d'exploitation du projet, comme précisé ci-après :

2.1 Phase de construction :

Il s'agit de déterminer les impacts :

- Des travaux de construction sur : la qualité de l'air, la qualité des eaux, la population vivant près du chantier, l'agriculture, la faune et la flore, la paysage ...
- Des déchets générés au niveau du chantier sur : la qualité de l'air, la qualité des eaux, la population vivant à proximité du chantier, l'agriculture, la faune et la flore, la paysage....
- Du bruit généré par les travaux sur : les populations vivant à proximité du chantier, la faune, les activités socio-économiques.

2.2 Phase d'exploitation :

Il s'agit de déterminer les impacts :

- Des émissions atmosphériques (hydroxyde d'azote, plomb....) générée par le trafic autoroutier sur la qualité de l'air ;

- Des eaux de ruissellement de chaussées sur les cours d'eaux et les nappes phréatiques
- Sur les populations vivant au voisinage de l'autoroute ;:
- Sur l'agriculture, la faune et la flore
- Sur l'emploi, le transport, le tourisme
- Du bruit lié à la circulation sur les populations, la faune et le tourisme
- Sur le taux d'accidents de circulation
- Du déversement accidentel de produits dangereux au cours de leur transport
- Des activités sismiques

3. Les mesures envisagées : par le maître d'ouvrage pour atténuer les conséquences dommageables pendant les travaux et durant l'exploitation du projet ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes et qui devra être intégrée dans le quantitatif et l'estimatif du projet. Les plans divers nécessaires seront également élaborés et joints au dossier.

3.1 Phase de construction

L'entreprise devra indiquer, décrire en détail et joindre s'il y a lieu une note de calcul pour les mesures prises visant à :

- Atténuer les nuisances sonores et les vibrations lors des travaux de chantier afin de protéger les travailleurs, les riverains et la faune
- Réduire les émissions de poussières générées par les travaux et le mouvement des camions
- Prévenir les accidents de circulation, explosion, glissement de terrains ou déversement de produits dangereux
- Alléger le trafic routier lié au transport des matériaux
- Préserver les réserves naturelles, la végétation riveraine et le paysage

Protéger les ressources en eaux (superficielles et souterraines)

3.2 Phase d'exploitation :

Le BET devra indiquer la nature ; décrire en détail et joindre s'il y a lieu une note de calcul pour les mesures prises visant à :

- Atténuer les bruits et vibrations générés par la circulation routière sur les riverains, la faune et la flore
- Protéger les cours d'eaux et les nappes phréatiques des rejets provenant de la chaussée et des risques de déversement accidentels
- Atténuer la pollution atmosphérique due à la circulation automobile
- Protéger les animaux domestiques et la faune sauvage vivant dans la zone
- Prévenir les accidents de circulation pouvant affecter la population riveraine
- Rétablir les axes de circulation et les réseaux divers (électricité, AEP, téléphone, gazoducs...).

- Indemniser les citoyens ayant perdu directement ou indirectement leurs biens immobiliers ou fonciers
- Intégrer et insérer la route dans l'environnement de la région (végétalisation des talus, plantations d'arbustes de variété locale...).

3.1.2.6 Etudes Economique Financière :

L'ensemble de cette étude s'articule autour des points suivants :

1. Etude de trafic : l'étude de trafic entamée lors de l'élaboration des études préliminaires et APS sera affinée au fur et à mesure de l'avancement des études. Le bureau d'études est tenu de présenter à l'Administration l'approche que compte mettre en place pour l'exécution de cette prestation et ce en tenant compte des différentes phases de l'étude (phase préliminaire, phase PAS et phase PAD).
2. Coût économique de construction du projet par rapport à un calendrier d'exécution pour les différentes tâches (par exemple : étude technique, acquisition foncière, Ouvrage d'art, terrassements, assainissements, chaussé, diverses taxes, prévisions pour imprévus techniques et révision des prix...).
3. Coûts et gestion de l'entretien sur le réseau existant, prévision du programme d'entretien sur le réseau.
4. Coût d'expropriation des emprises routières en prenant comme référence les cas récents d'expropriation pour la construction de routes (dans les zones proches de l'autoroute) ajustés d'un coefficient standard de conversion.
5. Evaluation économique : coût d'exploitation des véhicules, gain en termes de CEV, de temps et de sécurité.
6. Analyse financière : montant des dépenses pour construction et entretiens au titre des cinq (05) dernière années et prévisions futures, montage d'un schéma institutionnel de financement.

3.1.2.7 Documents A Remettre Par Le Bureau D'études

Après approbation des différentes phases des études APD, le BET éditera tous les rapports et plans définitifs de toutes les études en dix (10) exemplaires.

Les documents à fournir sont les suivants :

Etudes topographiques:

- ✓ Plans topographiques (tracé direct, routes secondaires, zones d'emprunts, zones de dépôts et carrières potentielles),
- ✓ Liste des points de la polygonation,
- ✓ Le repère des balises.

Etude d'Impact sur l'Environnement:

- ✓ Rapport d'études (des trois phases)
- ✓ Planches et cartes
- ✓ Plans des travaux relatifs aux mesures d'atténuation
- ✓ Rapport de synthèse et recommandations

Etude géotechnique, comprenant:

- ✓ Programme géotechnique pour chaque lot

- ✓ Rapport de l'étude du consultant pour chaque lot
- ✓ Rapport des résultats des essais pour chaque lot établis par le laboratoire
- ✓ Rapport sur les terrassements et mouvements des terres (précisant les principales contraintes et les solutions préconisées par le bureau d'études)
- ✓ Profils en long des lots ouvrages d'art et tunnels
- ✓ Rapport sur les modes de traitement des déblais à réutiliser
- ✓ Rapport sur le dimensionnement du corps de chaussée
- ✓ Planches et cartes des zones d'emprunt, de dépôts et des carrières
- ✓ Plans des itinéraires de zones d'emprunts et zones de dépôts provisoires et définitives
- ✓ Rapport de synthèse et recommandations pour chaque lot

Etude hydraulique:

- ✓ Rapport d'étude
- ✓ Planches et cartes des bassins versants

Etude économique et financière

- ✓ Rapport socio-économique
- ✓ Rapport lié au trafic
- ✓ Planches et cartes
- ✓ Rapport de synthèse

A. POUR LE LOT ROUTE

Pièces graphiques

- ✓ Plan synoptique
- ✓ Profil en travers types
- ✓ Tracés en plan
- ✓ Profils en long
- ✓ Plans d'assainissement
- ✓ Plans des murs de soutènement et notes de calcul
- ✓ Plan de signalisation (horizontale et verticale)
- ✓ Rapport et plans parcellaires y compris ceux relatifs aux zones d'emprunts, de dépôts et carrières
- ✓ Plans des ouvrages courants et fiches techniques
- ✓ Rapports et plans de mesures de l'environnement
- ✓ Profil en travers courants
- ✓ Calculs d'axes, cubatures
- ✓ Rapport des contraintes et plans multi réseaux
- ✓ Plans des aires annexes

Rapports:

- Rapport explicatif relatif au lot route contenant
 - ✓ Un aperçu sur l'historique du projet
 - ✓ Une description générale du tronçon (localités traversés, relief, emplacement des ouvrages d'art, aires...)
 - ✓ Les normes géométriques utilisées

Ce rapport devra aussi intégrer une synthèse :

- ✓ Sur l'étude hydrogéologique et hydraulique
- ✓ Sur l'étude géologique et géotechnique
- ✓ Sur l'étude de dimensionnement des structures des chaussées
- ✓ Sur les ouvrages d'art
- ✓ Sur les installations auxiliaires (glissières de sécurité, passages de service, éclairage, signalisation, clôtures)
- ✓ Sur les contraintes et les mesures à envisager pour atténuer les impacts sur le volet environnement
 - Mémoire sur les méthodes d'organisation de chantier
 - Les avants-métrés
 - Un détail quantitatif global

B. POUR LE LOT OUVRAGES D'ART :

Pour les études d'avant-projet détaillé, les documents à fournir sont les suivants :

Pièces graphiques:

- ✓ Les plans de situation
- ✓ Vues en plan
- ✓ Vues en élévation
- ✓ Coupes longitudinales
- ✓ Coupes transversales et détails sous format adéquat et exploitable,
- ✓ Plans des murs de soutènement

Rapports

- Rapport explicatif du « lot ouvrages d'art » contenant un descriptif de chaque ouvrage (situation, type de l'ouvrage, type de fondation, surface de tablier, longueur, portée...). Une synthèse relative aux contraintes du site et aux réseaux
- Une note de calcul pour chaque ouvrage d'art,
- Les avants métrés pour chaque ouvrage d'art et murs de soutènement
- Un détail quantitatif par ouvrage d'art et mur de soutènement,
- Un détail quantitatif global
- Mémoire sur les méthodes d'organisation de chantier

1 DOSSIER D'APPEL D'OFFRES DU « LOT ROUTE » :

Le dossier d'appel d'offres du « lot route » proprement dit comprenant les pièces suivantes :

Pièces contractuelles :

- Pièce 1 : Acte d'engagement
- Pièce 2 : Instructions aux Soumissionnaires
- Pièce 3 : Cahier des Clauses Administratives Particulières
- Pièce 4 : Cahier des Clauses Techniques Particulières
- Pièce 5 : Pièces graphiques, rapport explicatif
- Pièce 6 : Définition des prix unitaires
- Pièce 7 : Bordereaux des prix unitaires

Pièce 8 : Détail Quantitatif et Estimatif

Pièces non contractuelles:

- Rapport de synthèse géotechnique
- Rapport de synthèse d'environnement

Les pièces graphiques doivent comprendre, le plan synoptique, les profils en travers types, plans type d'assainissement et de signalisation, le tracé en plan et le profil en long du tracé direct et des rétablissements.

2 Dossier D'appel D'offres Du « Lot Ouvrage D'art Et Viaducs »

Le dossier d'Appel d'Offre du « lot ouvrages d'art » proprement dit doit contenir les pièces suivantes :

Pièces contractuelles :

- Pièce 1 : Acte d'engagement
- Pièce 2 : Instructions aux Soumissionnaires
- Pièce 3 : Cahier des Clauses Administratives Particulières
- Pièce 4 : Cahier des Clauses Techniques Particulières
- Pièce 5 : Pièces graphiques, rapport explicatif
- Pièce 6 : Définition des prix unitaires
- Pièce 7 : Bordereaux des prix unitaires
- Pièce 8 : Détail Quantitatif et Estimatif

Pièces non contractuelles:

- Rapport de synthèse géotechnique (y compris les profils en long géotechniques)
- Rapport de synthèse d'environnement

Les pièces graphiques doivent comprendre, le plan synoptique, les profils en travers types, plans type d'assainissement et de signalisation, le tracé en plan et le profil en long du tracé direct et des rétablissements.

REMARQUE :

En plus des Dix (10) exemplaires du Dossier d'Appel d'Offres sans Estimatif, le bureau d'études est tenu de remettre également :

- Deux (02) Estimatif Confidentiels dans une enveloppe scellée portant la mention « **confidentiel** »
- Deux (02) copies d'un support magnétique (CD-ROM) contenant toutes les pièces écrites et graphiques pour chaque lot.

4- PARAMETRE DE DIMENSIONNEMENT : [13]**Tableau n°3.1** : coefficient de frottement longitudinal - Normes Algériennes (13 - P 1.11)

<i>V (km/h)</i>	<i>100</i>
Catégories 1	0.36

Tableau n° 3.2: coefficient de frottement transversal - Normes Algériennes (13 - P 1.13)

<i>V (km/h)</i>	<i>100</i>
Catégories 1	0.10

Tableau n°3.3 : vitesse à vide (13 - P 1.27)

<i>Vitesse de référence (Km/h)</i>	100
<i>Vitesse à vide</i>	100±5

Tableau n°3.4: paramètres dépendants de l'environnement et/ou de la vitesse - Catégories 1 (13 - P 1.34 et 1.35)

<i>Environnement</i>	<i>Facile E1</i>
Vitesse V_{vi}	100
Vitesse V_{pl}	35
2.1 Usager	
- temps de perception -réaction	1.8 s
- accélération verticale	g/40
2.2 Véhicule	//
- coeff. Frott. Long.	0.36
- coeff. Frott. Trans	0.10
- accélération consciente m/s ²	0.5
- décélération consciente m/s ²	1.5
2.3 Devers	
- Maximum	7%
- Minimum	2.5%

Tableau n°3.5: paramètres cinématiques et les distances d'arrêt en palier pour les différents niveaux de services (13 -P 2.9)

<i>Catégories</i>	<i>V</i>	<i>100</i>
	<i>Distances</i>	
1	Coefficient $f_L (V)$	0.36
	- De freinage $d_0 (m)$	111
	- D'arrêt $d_1 (m)$	161

Tableau n°3.6: Distances de visibilité (13 – P 2.10)

Toutes catégories	<u>V (km/h)</u>	<u>100</u>
	Distance de visibilité de dépassement	
	- Minimale d _m (m) - Normale d _N (m)	425 625
	Distance de visibilité de manœuvre de dépassement dMd (m)	300

Tableau n°3.7: tableau récapitulatif des rayons en angle saillant (13 – P 2.13)

<u>Rayon Rv</u>	<u>V_{vl}</u> <u>Symbole</u>	<u>100</u>
Bidirectionnel		
- Min absolu	Rv m2	10.000
- Min normal	Rv N2	20.000
- Dépassement	Rv D	20.000

Tableau n°3.8: tableau récapitulatif des rayons en angle rentrant (13 – P 2.14)

<u>Rayon Rv</u>	<u>V_{vl}</u> <u>Symbole</u>	<u>100</u>
CATEGORIES 1		
- Min absolu	R'Vm	3.000
- Min absolu	R'VN	4.200

Tableau n°3.9: tableau récapitulatif des rayons en plan et devers associés (13 – P 2.20)

<u>V Rayon</u>	<u>Symbole (d%)</u>	<u>Env 1</u>
CATEGORIES 1	<u>Vr</u>	<u>100</u>
- Min absolu	RHm (7%)	450
- Min normal	RHN (5%)	650
- Au d. min	RHd (2.5%)	1600
- Non deversé	RHnd (-2.5%)	2200

Tableau n° 3.10: longueurs minimales des courbes de raccordement entre une droite et un cercle – Cat 1 et 2 (13 –P 2.32)

<u>Vr</u>	<u>Rm</u>	<u>d %</u>	<u>Raccordement optique</u> $L = \sqrt{(124R \cdot \Delta R)}$	<u>Raccordement dynamique</u> $L = \frac{0.2Vr^2}{3.6} \left(\frac{Vr^2}{127R} - \Delta d \right)$	<u>Raccordement de gauchissement d'une chaussée de 7m entre 7% et -2.5%</u>
100 km/h	RHm=450	+7%	103 m (ΔR : 1m)	44 m	133 m
	RHnd=2200	-2.5%	230 m (ΔR : 1m)	20 m	--

Tableau n°3.11 : tracé en plan : rayon et devers associés : cat 1 et 2 (13 – P2.34 et P2.35)

	<u>Symbole</u>	<u>Env 1</u>
<u>Vitesse V_{VL} (km/h)</u>	<u>//</u>	<u>100</u>
- Min absolu	RHm (7%)	450
- Min normal	RHN (5%)	650
- A d. min	RHd (2.5%)	1600
- Non déversé	RHnd (-2.5%)	2200

Tableau n°3.12 : tracé en plan : rayon et devers associés : cat 3 (13 – P2.36)

	<u>Symbole</u>	<u>Env 1</u>
<u>Vitesse V_{VL} (km/h)</u>	<u>//</u>	<u>100</u>
- Min absolu	RHm	375 (8%)
- Min normal	RHN	600 (6%)
- A d. min	RHd (3%)	1300
- Non déversé	RHnd (-3%)	2000

Tableau n° 3.13: tracé en plan : rayon et devers associés : cat 4 (13 – P2.37)

	<u>Symbole</u>	<u>Env 1</u>
<u>Vitesse V_{VL} (km/h)</u>	<u>//</u>	<u>100</u>
- Min absolu	RHm	375 (8%)
- Min normal	RHN	600 (6%)
- A d. min	RHd (3%)	1300
- Non déversé	RHnd (-3%)	1750

5- Tracé en plan :

Le tracé en plan d'une route est obtenu par projection des points de cette route sur un plan horizontal, composé en des successions des alignements droits et des arcs reliés entre eux par des courbes de raccordement progressif.

Il est caractérisé par une vitesse de base qui sert à déterminer les caractéristiques géométriques de la route.

5.1 Règles à respecter dans le tracé en plan :

- ✓ Appliquer les normes du **B40**.
- ✓ Eviter les terrains agricoles si possibles.
- ✓ Eviter les franchissements des oueds afin d'éviter le maximum de constructions des ouvrages d'art et cela pour des raisons économiques, si on n'a pas le choix on essaie de les franchir perpendiculairement.
- ✓ Adapter au maximum le terrain naturel.
- ✓ Utiliser des grands rayons si l'état du terrain le permet.
- ✓ Respecter la cote des plus hautes eaux.
- ✓ Respecter la pente maximum, et s'inscrire au maximum dans une même courbe de niveau.
- ✓ Respecter la longueur minimale des alignements droits si c'est possible.
- ✓ Se raccorder sur les réseaux existants.
- ✓ S'inscrire dans le couloir choisi.
- ✓ Eviter les sites qui sont sujets a des problèmes géologiques.
- ✓ Il est recommandé que les alignements représentent 60% au plus de la longueur totale du trajet.
- ✓ En présence des lignes électriques aérienne prévoir une hauteur minimale de 10m. [14]

5.2 Les éléments du tracé en plan :

Le tracé en plan est constitué par des alignements droits raccordés par des courbes, il est caractérisé par la vitesse de référence appelée ainsi vitesse de base qui permet de définir les caractéristiques géométriques nécessaires à tout aménagement routier.

Le raccordement entre les alignements droits et les courbes entre elles d'autre part, elle se fait à l'aide des **Clothoïdes** qui assurent un raccordement progressif par nécessité de sécurité et de confort des usagers de la route.

Un tracé en plan moderne est constitué de trois éléments:

- Des droites (alignements).
- Des arcs de cercle.
- Des courbes de raccordement progressives. [14]

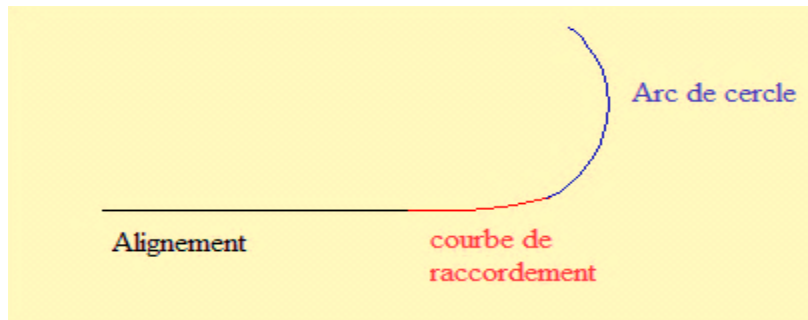


Figure 3.1: les éléments de tracé en plan.

5.3 Les Alignements:

Bien qu'en principe la droite soit l'élément géométrique le plus simple, son emploi dans le tracé des routes est restreint.

La cause en est qu'il présente des inconvénients, notamment :

- ✓ De nuit, éblouissement prolongé des phares.
- ✓ Monotonie de conduite qui peut engendrer des accidents.
- ✓ Appréciation difficile des distances entre véhicules éloignés.
- ✓ Mauvaise adaptation de la route au paysage.

Il existe toutefois des cas où l'emploi d'alignement se justifie:

- ✓ En plaine où, des sinuosités ne seraient absolument pas motivées.
- ✓ Dans des vallées étroites.
- ✓ Le long des constructions existantes.

Donc la longueur des alignements dépend de:

- ✓ La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.
- ✓ Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- ✓ Du rayon de courbure de ces sinuosités. [15]

- **La longueur minimale** est celle qui correspond à un chemin parcouru durant un temps d'adaptation.

$$L_{min} = V_x t \quad \text{Avec } t = 5 \text{ s soit} \quad \Rightarrow \quad L_{min} = 5_x (V_b / 3.6)$$

Avec : V_b : vitesse de base en Km/h et V : vitesse véhicule (m/s)

5.4 Application à notre projet :

$$V_b = 100 \text{ Km/h}$$

$$L_{min} = 5_x (100 / 3.6) = 138.88 \text{ m} = 0.139 \text{ km}$$

- **La longueur maximale** est celle qui correspond au chemin parcouru pendant une minute à la vitesse. [15]

$$L_{max} = V_x 60 \quad \text{soit} \quad L_{max} = 60_x (V_b / 3.6)$$

$$L_{max} = 60 \times (100 / 3.6) = 1666.66 \text{ m} = 1.667 \text{ Km}$$

La longueur des alignements dépend de :

- La vitesse de base, plus précisément de la durée du parcours rectiligne.

- Des sinuosités précédentes et suivant l'alignement.
- Du rayon de courbure de ces sinuosités. (MEKKADEM – GOURAR, 2014)

5.5 Arcs de cercle:

Trois éléments interviennent pour limiter les courbures :

- Stabilité des véhicules en courbe.
- Visibilité en courbe.
- Inscription des véhicules longs dans les courbes de rayon faible.

5.6 La stabilité en courbe :

Dans un virage, l'effet de la force centrifuge provoque une instabilité au véhicules, pour réduire cet effet on doit procéder à la réalisation d'un devers s'exprimé en pente. On doit incliner la chaussée transversalement vers l'intérieur du virage afin d'éviter le phénomène de dérapage.

Les rayons en plans dépendent de 4 paramètres qui sont :

- La force centrifuge (F_c)
- Poids des véhicules (P)
- Accélération de la pesanteur (g).
- Le devers (d). [16].

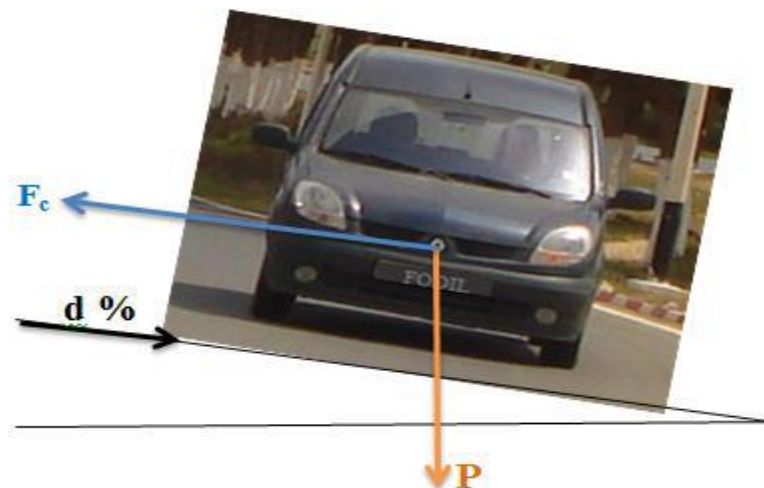


Figure 3-2 : Force centrifuge [17]

5.7 Rayon horizontal minimal absolu (RH_{min}) :

Correspond au devers maximale, il est définie comme suit :

$$RH_{min} = \frac{Vr^2}{127 (f_t + d_{max})}$$

Avec :

Vr : vitesse de référence

f_t : coefficient de frottement transversale

d_{max} : devers maximale [13]

5.8 Rayon minimal normal (RHn) :

Il doit permettre à des véhicules dépassant V_r de 20Km/h de rouler en sécurité dont : [15]

$$RHn = RH_{min} (V_r+20) = (V_r+20)^2 / 127(f_t + d_{max})$$

5.9 Rayon au dévers minimal (RHd):

C'est le rayon correspondant au dévers minimal, exprimé comme suit :

$$RHd = (V_r)^2 / 127 \times 2 \times d_{min}$$

Avec $d_{min} = 2.5\%$ pour les catégories 1 et 2

$d_{min} = 3\%$ pour les catégorie 3, 4 et 5 [15]

5.10.1 Application à notre projet :

$V_r = 100 \text{ Km/h} \implies RHd = (V_r)^2 / 127 \times 2 \times d_{min}$

$RHd = 100^2 / 127 \times 2 \times 2.5\% = 1575 \text{ m}$

5.11 Rayon minimal non déversé (RHnd) :

Si le rayon est très grand, la route conserve son profil en toi et le dévers est négatif pour l'un des sens de circulation ; le rayon min qui permet cette disposition est le rayon min non déversé (RHnd) [13]

$$RHd = (V_r)^2 / 127 \times 0.035$$

Pour cat. 1

5.11.1 Application à notre projet :

Cat 1, $V_r = 100 \text{ Km/h} \implies RHd = (V_r)^2 / 127 \times 0.035$

$RHd = 2250 \text{ m}$

5.12 Recommandation :

Pour un meilleur choix du tracé il recommandé de :

- Respecter les points de départ et d'arrivée.
- Eviter les sections rectilignes de grande longueur.
- Eviter la démolition du bâti.
- Eviter le terrassement excessif et inutile, de préférence suivre les courbes de niveau.
- Tenir compte des contraintes de réseaux (installation électrique, etc....)
- Réduire les portées des ouvrages d'art aux niveaux des oueds en les traversant sur un plan perpendiculaire. [18]

5.13 Conception du tracé en plan :

Sur la base d'une topographie donnée par une carte ou un plan à courbes de niveau, la première opération consiste à placer les points départs-arrivée de la route et entre eux un certain nombre de points de passage plus ou moins imposés par les lieux où la présence d'obstacles (habitation, traversée de cours d'eau, etc..)

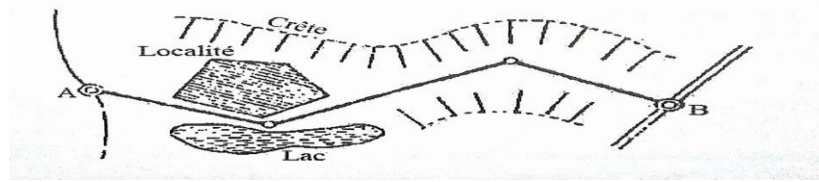


Figure 3-3 : Ligne de projet en plan [18]

La polygone reliant les différents points fixés donne une première orientation du tracé futur. On doit porter sur la carte tous les tracés possibles qui sont donc en 1^{ère} analyse des polygones. Certains peuvent déjà être éliminés comme ne convenant pas (s'écartant trop de la direction principale, comportant des coudes brusques, etc.).

En plus des grandes lignes de recommandations examinées, il faut connaître que l'établissement d'une voie ne peut en général pas se faire sans modifier la nature, il est nécessaire soit d'excaver, de remblayer et le plus souvent les 2 ensembles. Donc le tracé idéal serait celui :

- Dont l'axe de la route colle au sol naturel
- Restant constamment entre les courbes de niveau. [18]

5.14 Choix du rayon des virages

Le rayon des arcs de cercle et leurs dévers doivent permettre au minimum à un véhicule roulant à la vitesse de référence (Vr) de ne pas déraper.

On doit avoir pour cela, si R est le rayon du virage, δ le dévers, ft le coefficient de frottement transversal, c'est-à-dire l'adhérence transversale maximale mobilisable, et m la masse du véhicule : soit

$$m (v_r^2/R) \leq mg (f_t + \delta)$$

$$R \geq (v_r^2/g(f_t + \delta))$$

Le rayon minimal dépend donc des dévers et du frottement mobilisable.

Le dévers ne doit pas être trop grand pour éviter le risque de glissement à faible vitesse par temps de verglas. Il est recommandé de le limiter à 7 %.

Les valeurs conventionnelles retenues pour (ft) dépendent de la vitesse. Ce sont les suivantes : [18]

Tableau 3.14 : valeur de rayon indiqué. [18]

Vr (km/h)	<u>40</u>	<u>60</u>	<u>80</u>	<u>100</u>	<u>120</u>
f_t	0.25	0.16	0.13	0.11	0.10

L'application de la formule donne alors les valeurs de rayon indiquées dans le tableau 2.

Une fois dépassée la zone éventuelle de raccordement progressif, le rayon de courbure doit rester constant sur toute la longueur du virage.

5.15 Courbes de raccordement :

Il est souhaitable de prévoir, entre les segments de droite et les arcs de cercle, des zones de raccordement, et cela pour réaliser les conditions suivantes:

- assurer une bonne lisibilité de la route en annonçant les virages.
- permettre à l'automobiliste un braquage progressif.
- introduire progressivement le dévers à partir d'un profil en ligne droite en forme de toit.

Pour répondre à ces objectifs, on choisit généralement comme courbe de raccordement la clothoïde, dont la courbure est proportionnelle à l'abscisse curviligne s . Parcourue à vitesse constante, elle correspond à la trajectoire d'un véhicule dont l'angle de braquage du volant augmente régulièrement.

Les différentes relations caractéristiques de la figure 1 permettent une construction approchée de la courbe de raccordement.

On constate que la droite et le cercle ne sont pas tangents et qu'il faut prévoir un déport ΔR .

R étant donné, la clothoïde est entièrement définie par la donnée de L , par celle de τ ou par celle de son paramètre A .

Les conditions suivantes sont prises en compte pour définir les caractéristiques : - pour être perceptible, le raccordement progressif doit correspondre à un changement de direction τ supérieur à 3σ . La variation du dévers doit être limitée à 2 % par seconde à la vitesse de référence.

- la variation de l'accélération transversale doit être limitée à $g / 50$ par seconde. [19]

Avec : g : la pesanteur = 9.81

6- PROFIL EN LONG

6.1 Définition :

Le profil en long est une coupe verticale passant par l'axe de la route, développé et représentée sur un plan à une échelle. Ou bien c'est une élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points constituant celui-ci.

6.2 Elément géométrique du profil en long :

Le profil en long comprend :

- Les lignes droites (déclivités)
- Les arcs de cercles tangents aux droites, constituant les raccordements verticaux (convexes et concaves) [15]

6.3 Règles à respecter dans le tracé du profil en long :

Respecter les valeurs des paramètres géométriques préconisés par le règlement en vigueur:

- ✓ Eviter les angles entrants en déblai, car il faut éviter la stagnation des eaux et assurer leur écoulement.
- ✓ Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la route du paysage.
- ✓ Pour assurer un bon écoulement des eaux. On placera les zones des devers nuls dans une pente du profil en long.
- ✓ Rechercher un équilibre entre les volumes des remblais et les volumes des déblais dans la partie de tracé neuve.
- ✓ Eviter une hauteur excessive en remblai.
- ✓ Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long, la combinaison des alignements et des courbes en profil en long doit obéir à des certaines règles notamment.
- ✓ Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines, les remplacer par un cercle unique, ou une combinaison des cercles et arcs à courbures progressives de très grand rayon.
- ✓ Remplacer deux cercles voisins de même sens par un cercle unique.
- ✓ Adapter le profil en long aux grandes lignes du paysage.
- ✓ Limité la déclivité pour une catégorie donnée [20]

6.4 Les éléments de composition du profil en long :

Le profil en long est constitué d'une succession de segments de droites (rampes et pentes) raccordés par des courbes circulaires, pour chaque point du profil en long on doit déterminer : [14]

- ✓ cote du terrain naturel.
- ✓ cote du projet.
- ✓ La déclivité du projet, etc....
- ✓ Distance partielle
- ✓ Distance cumulées
- ✓ Alignement et courbe
- ✓ Devers gauche

- ✓ Devers droit
- ✓ Fosse gauche
- ✓ Fosse droit

6.5 Tracé de la ligne rouge (cote projet) :

La ligne rouge représente la surface de roulement du nouvel aménagement retenue. Le tracé de la ligne rouge n'est pas arbitraire mais il doit répondre à certaines conditions concernant le confort, la stabilité, la sécurité et l'évacuation des eaux pluviales et plus particulièrement aux exigences suivantes :

- Minimiser les terrassements, en cherchant l'équilibre adéquat entre le volume de remblai et déblai.
- Ne pas dépasser la pente maximale incitée par les normes
- Eviter de maintenir une forte déclivité sur une grande distance
- Raccorder les alignements droits par des courbes paraboliques au changement
- Assurer une bonne coordination du tracé en plan et le profil en long
- Limiter la déclivité minimale à 0.5% de préférence pour éviter la stagnation des eaux pluviales
- Eviter d'introduire un point bas du profil en long dans une partie en déblai.

[21]

6.6 Les éléments constituant la ligne rouge :

6.6.1 Les alignements:

Sont des segments droits caractérisés par leurs déclivités.

6.6.2 La Déclivité:

On appelle déclivité d'une route, la tangente des segments de profil en long avec l'horizontal. Elle prend le nom de pente pour les descentes et rampe pour les montées. [13]

6.6.2.1 Déclivité minimum :

Les tronçons de route absolument horizontaux, dits en palier sont si possible à éviter, pour la raison de l'écoulement des eaux pluviales. La pente transversale seule de la chaussée ne suffit pas, il faut encore que l'eau accumulée latéralement s'évacue longitudinalement avec facilité par des fossés ou des canalisations ayant une pente suffisante. [15]

$i_{\min} = 0.5\% \text{ de préférence } 1\%$

Avec : i_{\min} : déclivité minimum

6.6.2.2 Déclivité maximale :

De point de vue technique, la déclivité max dépend de l'adhérence entre pneus et chaussée, ainsi que la réduction des vitesses qu'elle provoque.

La déclivité maximale est acceptée particulièrement dans les courtes distances inférieures à 1500m, à cause de :

- la réduction de la vitesse et l'augmentation des dépenses de circulation par la suite (cas de rampe Max).

- l'effort de freinage des poids lourds est très important qui fait l'usure de pneumatique (cas de pente max.).
- Donc, La déclivité maximale dépend de :
 - Condition d'adhérence.
 - Vitesse minimum de PL (poids lourd).
 - Condition économique. [14]

Tableau 3.15 : valeur des déclivités max [13]

Env	Facile
Catégorie	E1
Cat 1	4%

6.7 Raccordement en profil en long :

Le changement de déclivité constitue des points particuliers dans le profil en long, ce changement est assuré par l'introduction de raccordement circulaire qui doit satisfaire aux conditions de confort et de visibilité [13]

On distingue deux types de raccordement soit convexes ou concaves.

6.7.1 Raccordements convexes (angle saillant) :

Les rayons minimums admissibles des raccordements paraboliques en angle saillant sont déterminés à partir de la connaissance de la position de l'œil humain.

Les conceptions doivent satisfaire aux conditions suivantes :

- Condition de confort
- Condition de visibilité [13]

- Conditions de confort :

Le véhicule est soumis à une accélération verticale importante lorsque le profil en long comporte une courbure convexe, cela modifie sa stabilité et gêne les usagers.

La condition de confort consiste à limiter l'accélération verticale est représentée par la formule suivante :

- $V^2/R_v \leq g/40$ (pour cat 1-2)
- $V^2/R_v = g/30$ (pour cat 3-4-5)

$V^2/R_v \leq g/40 \longrightarrow R_v \text{ min} = 40xv^2/40$ avec $v = V_B/3.6$

Avec :

$g = 10\text{m/s}^2$

R_v : rayon de raccordement

Ce qui correspond à : [15]

$R_{v\text{min}} = 0.3 V_B^2$ (cat 1)

- **Condition de visibilité :**

La visibilité est assurée lorsqu'un conducteur, dont le rayon visuel rase le dos-d'âne peut voir de l'autre côté, soit un obstacle soit un véhicule, et cela assez tôt pour disposer d'une distance suffisante pour s'arrêter soit pour dépasser. [15].

$$R_v = \frac{d^2}{2(\sqrt{h_a} + \sqrt{h_g})^2}$$

Avec :

R_v : rayon du cercle de raccordement

h_a : hauteur de l'œil (m)

h_g : hauteur de l'obstacle (m)

d : distance de visibilité nécessaire

6.7.2 Raccordements concave (angle rentrant) :

Dans un raccordement concave, les problèmes de visibilité du jour ne se posent pas, en revanche, lorsque la route n'est pas éclairée, la visibilité de nuit doit être prise en compte. [22]

Principe :

Les phares du véhicule doivent éclairer un tronçon de longueur telle que le conducteur aperçoive un obstacle assez tôt pour disposer de la distance d'arrêt. [15]

Cette condition s'exprime par la relation suivante :

$$R_v' = \frac{d_1^2}{0.035d_1 + 1.5}$$

Avec :

R_v' : rayon min du cercle de raccordement

d_1 : distance d'arrêt.

- **Condition esthétique :**

Une route moderne doit être conçue et réalisée de façon à donner aux usagers une impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté, pour cela il faut éviter de donner au profil en long une allure sinusoïdale en changeant le sens de déclivités sur des distances courtes, pour éviter cet effet on imposera une longueur de raccordement minimale ($L > 50m$) pour des devers $d < 10\%$ (spécial échangeur). [14]

$$R_{vmin} = 100(50/\Delta d(\%))$$

6.7 Coordination du tracé en plan et profil en long :

Il est très nécessaire de veiller à la bonne coordination du tracé en plan et du profil en long en tenant compte également de l'implantation des points d'échange afin:

- ✓ D'avoir une vue satisfaisante de la route en sus des conditions de visibilité minimale.
- ✓ D'envisager de loin l'évolution du tracé.
- ✓ De distinguer clairement les dispositions des points singuliers (carrefours, échangeurs, etc.) pour éviter les défauts résultats d'une mauvaise coordination tracé en plan et profil en long, les règles suivantes sont à suivre:
 - ✓ D'augmenter le ripage du raccordement introduisant une courbe en plan si le profil en long est convexe.
 - ✓ D'amorcer la courbe en plan avant un point haut.
 - ✓ lorsque le tracé en plan et le profil en long sont simultanément en courbe.
 - ✓ De faire coïncider le plus possible les raccordements du tracé en plan et celle du profil en long (porter les rayons de raccordement vertical à 6 fois au moins le rayon en plan).

7- PROFIL EN TRAVERS :

Le profil en travers est défini comme étant la coupe suivant un plan vertical perpendiculaire à l'axe du projet.

La détermination du profil en travers constitue à définir la largeur de la chaussée et ses annexes, On distingue trois types de profils en travers :

- ✓ Profil en travers en déblai.
- ✓ Profil en travers en remblai.
- ✓ Profil en travers mixte (remblai et déblai). [23]

7.1 Eléments du profile en travers :

a)- L'emprise : c'est la surface de terrain appartenant à la collectivité, c-a-d dans les limites du domaine public.

b)- L'assiette : c'est la surface du terrain réellement construite pour créer la route y compris les talus, c-à-d dans les limites des terrassements.

c)- la chaussée : c'est la partie de route affectée à la circulation des véhicules. La route peut être à chaussée unique ou à chaussée séparée par un terre-plein centrale [15]

d)-Les accotements : Les accotements se trouvent aux cotés de la chaussée, ils étaient utilisés auparavant soit pour le dépôt des matériaux soit pour les piétons, maintenant, ils sont utilisés pour stationnement. Sur les routes importantes la largeur des accotements est de 2 à 2.5m utilisés comme bande d'arrêt.

e)- La plate-forme : C'est l'ensemble de la chaussée et des accotements, elle est située entre les fossés ou les crêtes de talus de remblais.

f)- Le talus : Le talus a une inclinaison qui dépend de la cohésion des sols qui le constitue, cette inclinaison est désignée par une fraction (A/B) tel que :

A : la base du talus.

B : hauteur du talus

g)-Le fossé : C'est un ouvrage hydraulique destiné à recevoir les eaux de ruissellement provenant de la route, talus et les eaux de pluie.

h)- Le terre-plein central T.P.C : Il assure la séparation matérielle des deux sens de circulation, sa largeur est de celle de ses constituants : les deux bandes dérasées de gauche et la bande médiane.

- *bande dérasée de gauche (B.D.G)*:Elle est destinée à éviter un effet de paroi lié aux barrières de sécurité, Elle est dégagée de tous obstacles, revêtu et se raccorde à la chaussée.

- *bande médiane* : Elle sert à séparer physiquement les deux sens de circulation, et à implanter certains équipements (barrière, support de signalisation,.. etc.), sa largeur dépend, pour le minimum des éléments qui sont implanter.

i)-La largeur roulable : Elle comprend les surlargeurs de chaussée, la chaussée et bande d'arrêt. [23]

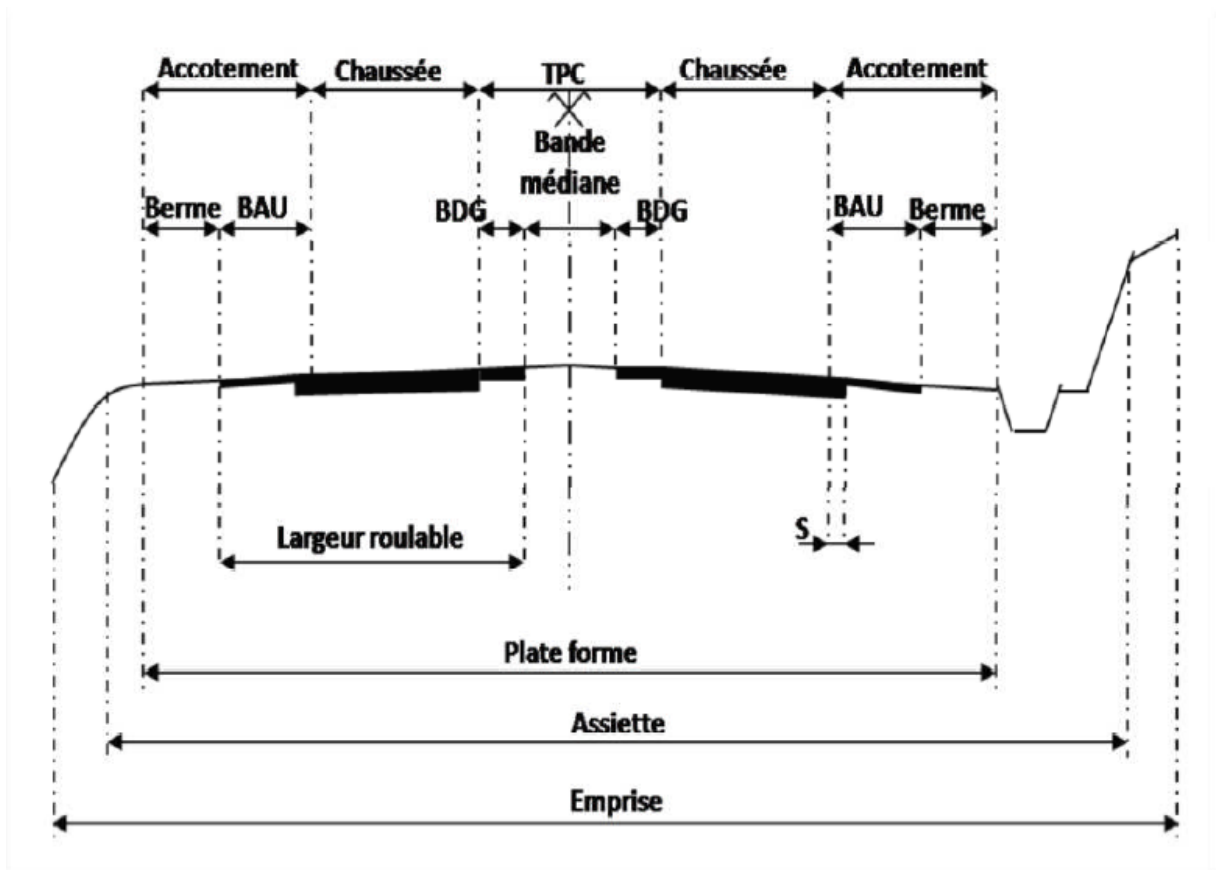


Figure 3-4 : Les Eléments Du Profil En Travers [23]

j)-Pente transversale : La pente transversale permet de favoriser l'évacuation des eaux de surface de la chaussée, en alignement droit le profil en travers de la chaussée est caractérisé par une pente transversal varie de 2% à 5% vers l'extérieur.

En courbe, la pente transversale d'une chaussée varie linéairement en fonction de $1/R$, cette variation de la pente transversale s'appelle : « le dévers »

Les dévers doivent rester constants tout au long de la partie circulaire des virages car $1/R$ est constant. [14].

j)- Berme : Partie latérale non rouable de l'accotement, bordant une B.A.U ou une bande dérasée, et généralement engazonnée.

k)- B.A.U : Partie de l'accotement, contigu à la chaussée, dégagée de tout obstacle et revêtue, aménagée pour permettre l'arrêt d'urgence des véhicules hors de la chaussée, elle inclut la sur largeur structurale de la chaussée.

l)- Banquette : Parapet de terre établi le long d'une route.

m)- Caniveau : Bordure extérieure de la chaussée aménagée pour l'écoulement de l'eau. [13]

7.3 Les types de profile en travers :

Le profil en travers type : Le profil en travers type est une pièce de base dessinée dans les projets de nouvelles routes ou l'aménagement de routes existantes.

L'application du profil en travers type sur le profil correspondant du terrain en respectant la cote du projet permet le calcul de l'avant métré des terrassements.

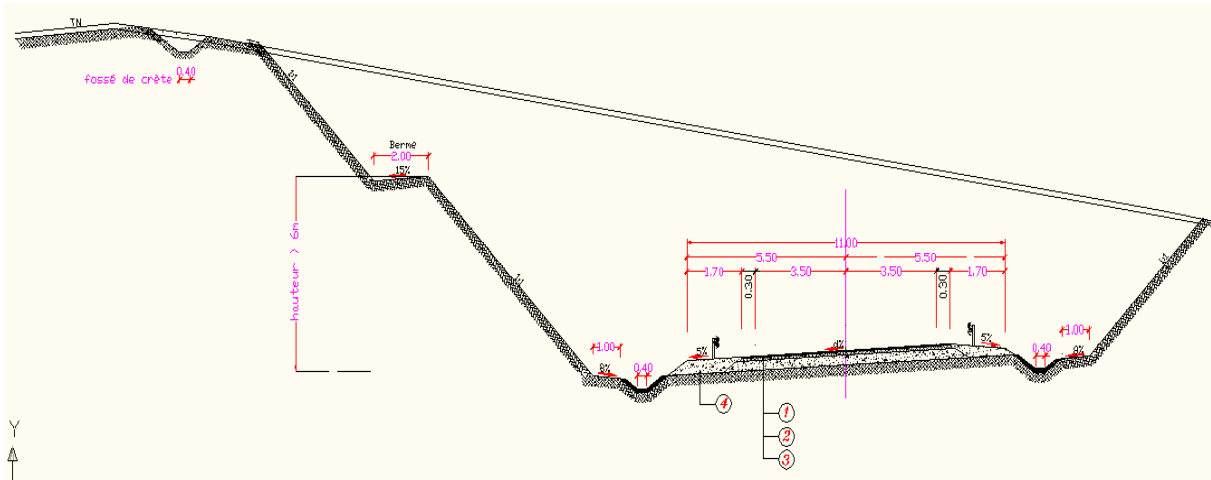


Figure 3.5: profil en travers type en déblai [24]

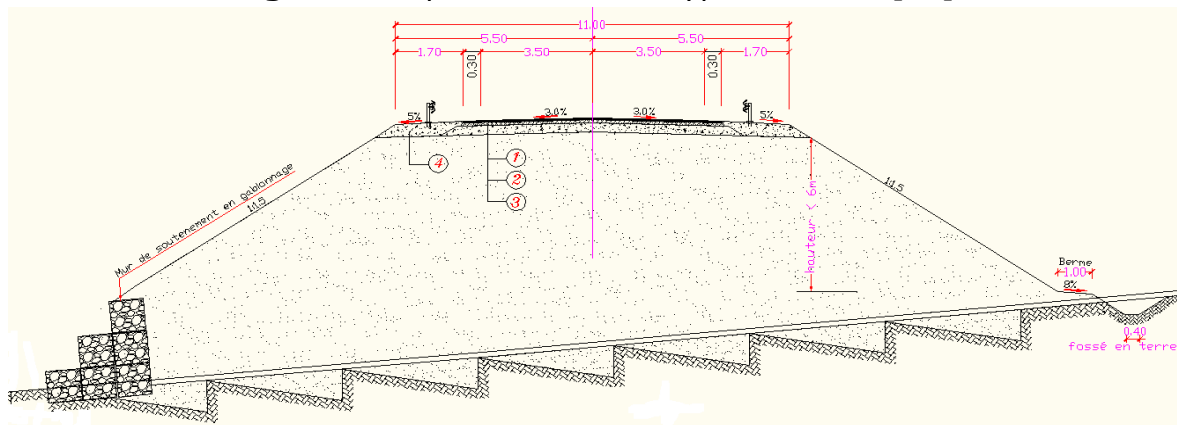


Figure 3.6: profil en travers type en remblai [24]

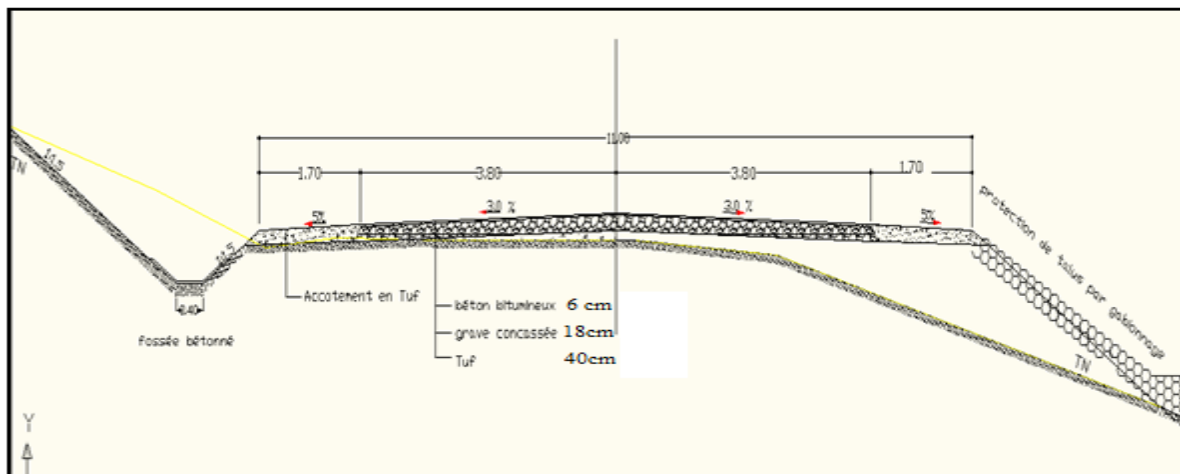


Figure 3.7 : profil en travers type mixte [24]

Le profil en travers courant :

Il répond et mentionne toutes les données caractérisant la section transversale de la route, notamment cote terrain naturel (TN), cote de projet et devers de la chaussée. Il est dessiné à des distances régulières (10, 15, 20, 25 m) qui servent à calculer les cubatures. [25]

7.4 La largeur de chaussée

Il n'y a pas de largeur minimale réglementaire pour une chaussée. Cette valeur doit être retenue en fonction du type de véhicules circulant ou attendus sur l'itinéraire et des vitesses prévues.

En pratique la plupart des véhicules légers n'excèdent pas les largeurs suivantes :

- ✓ Véhicules légers : 1,70 mètre
- ✓ Véhicule types « monospace » : 1,90 mètre
- ✓ Véhicules « 4X4 » : 2,20 mètres
- ✓ Camping-car : 2,30 mètres

Les marges de sécurité latérales doivent tenir compte des vitesses pratiquées sur l'itinéraire et de ce fait, des valeurs de 3,00 à 3,50 m sont usuellement retenues pour les routes principales. Le standard international se situe à 3,50 m.

En fonction des contraintes de topographie et de l'importance du trafic poids lourd, des largeurs inférieures peuvent être adoptées. Toutefois l'instruction interministérielle sur la signalisation routière déconseille de marquer systématiquement l'axe d'une chaussée inférieure à 5,20 m (voies compatibles avec la largeur maximale d'un véhicule motorisé)

Pour les voiries existantes de largeur de chaussée comprise entre 4 et 6 m, il est important de noter que les niveaux de vitesse pratiquée sont très sensibles aux largeurs de route et en conséquence, toute intervention en matière d'élargissement de chaussée devra tenir compte de l'impact en matière d'augmentation des vitesses. [26].

8- Etude géotechnique :

L'exécution de chaque projet routier doit être précédée par une reconnaissance du terrain, à ce niveau se concrétise le rôle de l'étude géotechnique.

L'étude des sols appliquée à la construction des routes est un élément essentiel de la conception routière. Le tracé d'une route est un ruban qui peut recouper des zones de structure très différentes d'où la nécessité de connaître les différents terrains rencontrés.

L'objectif de l'étude géotechnique est :

- D'identifier et de caractériser les sols de tracé
- D'identifier et de caractériser les sols à utiliser pour la chaussée
- De définir les caractéristiques de portance de la plate-forme de la chaussée
- De dimensionner les différentes couches de chaussées (structures de chaussées)
- De dimensionner les fondations des ouvrages (étude de fondation).

Les moyens de reconnaissance du sol pour l'étude d'un tracé routier sont essentiellement :

- ✓ L'étude des archives et documents existants.
- ✓ L'aperçu visuel du terrain et les essais « in –situ »
- ✓ Les essais de laboratoire.

Les principaux essais réalisés sont des essais d'identification (Analyses granulométriques et limites d'Atterberg), des essais de portance CBR et de paramètres d'état. [20]

8.1 Contenu de l'étude :

Pour un projet routier, on peut définir trois phases d'étude : étude de définition, étude d'avant-projet et projet d'exécution.

A chacune de ces phases correspond un niveau d'étude géotechnique : reconnaissance préliminaire, reconnaissance normale et reconnaissance complémentaire.

Pour chacun de ces trois niveaux, sont présentés les objectifs de l'étude, les moyens à mettre en œuvre et les résultats à obtenir.

8.2 Etude de définition:

Objectif de la reconnaissance préliminaire :

- pour la chaussée :

- ✓ une délimitation en zones homogènes de sol de l'arase de la plate-forme en vue de prévoir des structures de chaussée.
- ✓ une reconnaissance des matériaux disponibles pour corps de chaussée [27]

8.3 Classification des sols

La géotechnique routière s'appuie sur un certain nombre d'essais communs avec la mécanique des sols et sur certains essais spécifiques qui permettent d'évaluer le comportement et les conditions de mise en œuvre des sols de la plate-forme support de chaussée.

On s'appuie sur les essais suivantes :

- **Analyse granulométrique**

L'analyse granulométrique est réalisée par tamisage pour les particules de dimension supérieure à 80 µm et par sédimentométrie pour les « fines » de dimension inférieure à 80 µm.

- **Sensibilité à l'eau**

Ce sont essentiellement les caractéristiques physico-chimiques des fines qui déterminent la sensibilité à l'eau des sols.

Les principaux essais utilisés pour la caractériser sont les suivants :

- **Limites d'Atterberg :**

Lorsqu'on fait croître progressivement la teneur en eau d'un sol préalablement séché et pulvérisé, il passe d'un état solide ou très consistant à rupture fragile à un état plastique (grandes déformations sans rupture) puis à l'état liquide.

Les propriétés du sol sont caractérisées par deux seuils de teneur en eau :

— la limite de liquidité (wl) est mesurée à l'aide de la coupelle de Casagrande dans laquelle on place une certaine quantité de sol à une teneur en eau déterminée. Une rainure est pratiquée sur toute l'épaisseur du sol. Par des chocs normalisés, on amène la rainure à se refermer. La limite de liquidité est la teneur en eau qui correspond à sa fermeture en 25 chocs

— la limite de plasticité (wp) qui est la teneur en eau à partir de laquelle le sol commence à s'émietter lorsqu'on le roule en fils de faible diamètre (environ 3 mm).

On définit alors l'indice de plasticité :

$$I_p = W_l - W_p$$

Cet indice est d'autant plus élevé que le matériau est plus « plastique », on distingue les seuils suivants :

IP < 12 : faiblement argileux

12 ≤ IP < 25: moyennement argileux

25 ≤ IP < 40: argileux

IP ≥ 40: très argileux

- **Équivalent de sable**

Il est utilisé pour des sols contenant peu d'éléments fins et faiblement plastiques. Il s'effectue sur la fraction inférieure à 2 ou 5 mm.

Principe : On place un volume donné de l'échantillon dans une éprouvette graduée dans laquelle on verse un mélange d'eau et de solution floculant destinée à mettre en suspension et à faire gonfler les particules argileuses. Après

agitation normalisée, on laisse reposer, puis on mesure la hauteur h_2 du sable et la hauteur h_1 du sommet du floculat.

Calcule : On calcule ensuite :

$$ES = 100 * [h_2/h_1]$$

Les valeurs obtenues s'échelonnent de 0 à 100. Pour la valeur 100, le matériau est très propre. Au-dessous de 20, il est argileux et l'essai perd alors sa signification.

- **Essai au bleu de méthylène**

Il permet de caractériser la fraction argileuse d'un sol sableux ou d'un granulat en mesurant sa capacité à absorber du bleu de méthylène.

Principe : Le principe de l'essai est de déterminer la quantité de bleu de méthylène nécessaire pour recouvrir d'une couche supposée monomoléculaire les surfaces internes et externes des particules d'argile, des matières organiques et les hydroxydes en dispersion dans l'eau.

La quantité de colorant adsorbée par 100 g du sol de « valeur au bleu » dépend étroitement de la surface spécifique globale de la fraction argileuse.

L'essai s'effectue sur une suspension du sol dans de l'eau, soumise à une agitation permanente, et à laquelle on ajoute des quantités croissantes de solution de bleu de méthylène, ou on recherche la quantité de bleu de méthylène nécessaire pour saturer le sol, cette saturation est indiquée par le test de la tâche qui consiste à prélever une goutte de suspension que l'on dépose sur un papier filtre. La tache se compose d'une partie centrale de sol coloré entourée d'une zone humide incolore. Le début de la sursaturation est marqué par une coloration de l'auréole.

Interprétation : La valeur au bleu désignée par VBs est le nombre de grammes de bleu de méthylène nécessaire pour saturer 100 g de fines inférieures à 0,08 mm.

Cet essai est réalisé sur la fraction 0/2 mm ou 0/5 mm et ramené, par une règle de proportionnalité, à la fraction 0/50 mm.

Les seuils significatifs suivants peuvent être retenus pour la valeur au bleu :

0,2 : seuil de sensibilité	$2,5 \leq VBs < 6$: sols limoneux moyennement plastiques
$0,2 \leq VBs < 1,5$ sols sablo-limoneux	$0 \leq VBs < 8$: sols argileux
$1,5 \leq VBs < 2,5$: sols limoneux peu plastiques	$VBs \geq 8$: sols très argileux

8.4 Paramètres d'état

Il s'agit de paramètres qui caractérisent l'état du sol placé dans son environnement. Pour la géotechnique routière, on distingue deux paramètres essentiels :

— la masse volumique du sol sec : $= [\varphi_d/Vt]$

φ_d : la masse des particules solides par le

Vt : volume total du sol

La masse volumique du sol sec intervient dans l'appréciation du niveau de compactage du sol.

— *la teneur en eau (W)* : c'est le rapport entre la masse de l'eau interstitielle et la masse des particules solides. Elle intervient dans l'appréciation de l'état hydrique du sol.

Ce dernier paramètre est tout à fait fondamental.

8.5 Essais spécifiques

Ils ont pour but de déterminer :

— les conditions dans lesquelles le sol peut être compacté au cours de la phase des terrassements.

— le comportement du sol sous la chaussée en vue de permettre le dimensionnement de cette dernière.

Essai Proctor

But : Il a pour but de simuler l'évolution du sol au cours du compactage et de déterminer, pour une énergie de compactage connue, la teneur en eau qui permet d'obtenir la densité sèche maximale.

Principe : L'essai consiste à compacter, dans un moule standard à l'aide d'une dame standard et selon un processus bien déterminé, un échantillon du sol à étudier et à déterminer la teneur en eau du sol et sa densité sèche après le compactage.

L'essai est répété plusieurs fois de suite sur des échantillons portés à des teneurs en eau croissantes. On détermine ainsi plusieurs points de la courbe représentative des densités sèches en fonction des teneurs en eau. On trace alors la courbe en interpolant entre les points expérimentaux. Elle présente un maximum dont l'abscisse est la teneur en eau de l'optimum Proctor, et l'ordonnée la densité sèche Proctor. [19]

9- Dimensionnement De Corps De Chaussée

9.1 Définition De La Chaussée :

➤ Au sens géométrique: c'est la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules.

➤ Au sens structurel: c'est l'ensemble des couches de matériaux superposées de façon à permettre la reprise des charges. [30]

Une chaussée est une structure plane conçue et dimensionnée pour assurer son rôle sur une période de service minimale fixée au stade d'élaboration du projet.

9.2 Rôle De La Chaussée :

La chaussée a pour rôle de reporter sur le sol support les efforts dus au trafic, en les répartissant convenablement.

La pression verticale transmise au sol sera en tout point suffisamment faible pour que le support puisse la supporter sans dégradation. Ceci est obtenu par un choix judicieux de l'épaisseur de la structure, du module d'élasticité et de résistance du matériau structures de chaussée. [31]

9.3 Différents types de chaussées :

9.3.1 Chaussées souples :

C'est une structure de chaussée dans laquelle l'ensemble des couches liées qui la constituent, sont traitées aux liants hydrocarbonés.

La couche de fondation et/ou la couche de base peuvent être constituées de grave non traitée (MEKADDEM – GOURARI, 2014).

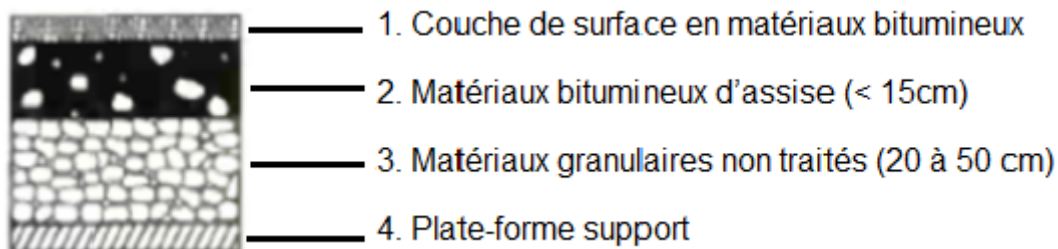


Figure 3.8 : Structure de chaussée souple [32]

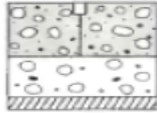
9.3.2 Chaussées rigides :

Une chaussée rigide est constituée d'un revêtement en béton de ciment pervibré ou fluide. Une chaussée en béton comporte, à partir du sol, les couches suivantes :

- ✓ une couche de forme.
- ✓ une couche de fondation.
- ✓ une couche de roulement en béton de ciment.

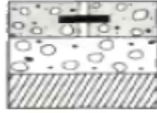
Dans le cas d'une chaussée neuve à faible trafic, la couche de fondation n'est pas nécessaire. La dalle en béton de ciment peut ainsi être réalisée directement sur l'arase terrassement ou sur la plate - forme support de chaussée.

Dalles non gougonnées avec fondation



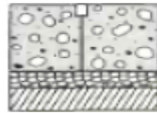
1. Béton de ciment (20 à 28cm)
2. Béton maigre (12 à 18cm) ou matériaux traité aux liants hydrauliques (15 à 20cm)
3. Plate-forme support

Dalles gougonnées avec fondation



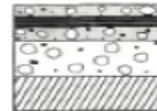
1. Béton de ciment (17 à 23cm)
2. Béton maigre (14 à 22cm)
3. Plate-forme support

Dalles sans fondation



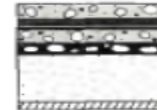
1. Béton de ciment (28 à 39cm)
2. Couche drainante (matériaux granulaires ou géotextile)
3. Plate-forme support

Béton armé continu (1)



1. Béton de ciment (16 à 24cm)
2. Béton maigre (12 à 14cm)
3. Plate-forme support

Béton armé continu (2)



1. Béton de ciment (18 à 24cm)
2. Matériaux bitumineu d'assise (5cm)
3. Sable traité aux liants hydrauliques (50 à 60cm)
4. Plate-forme support

Figure 3-9: Structure chaussée rigide [32]

Ce type de chaussée n'existe à l'heure actuelle qu'à titre expérimental en Algérie.

9.3.3 Chaussée semi – rigide :

Une chaussée semi rigide est une chaussée avec une couche de surface en béton bitumineux reposant sur une couche de base en matériaux stabilisés aux liants hydrauliques et d'une couche de fondation granulaire.

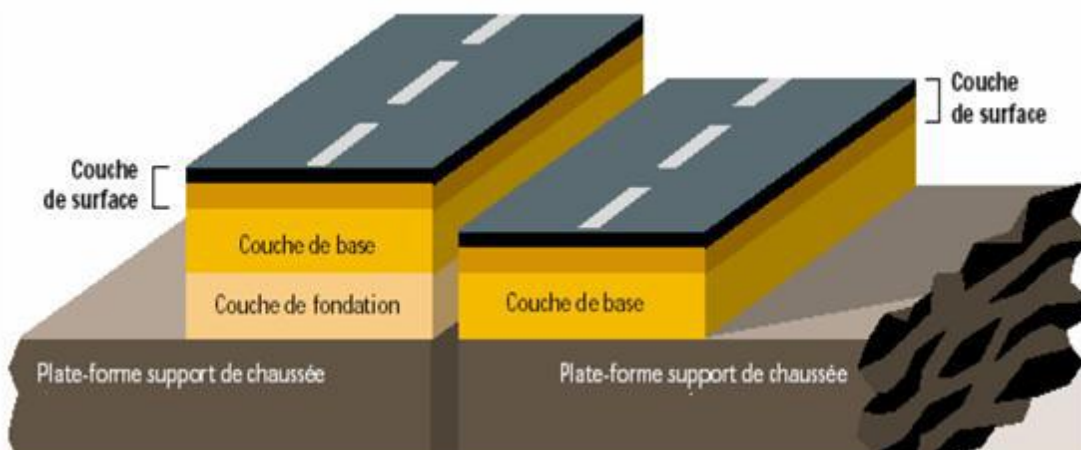


Figure 3-10: Chaussée semi-rigide [33]

9.4 Différentes Couches De Chaussée :

- Couche de surface :

Cette couche en contact direct avec le pneumatique de véhicule et la charge extérieure

- Encaisser les efforts de cisaillement provoqués par la circulation.
- Imperméabiliser la surface de la chaussée.
- Assurer, elle est composée d'une couche de roulement et d'une couche de liaison.

Rôle de couche de roulement :

- la sécurité (adhérence) et le confort (bruit et uni).
- Rôle de couche de liaison.
- Elle a pour rôle essentiel d'assurer une transition avec les couches inférieures plus rigides.

- Couche de base :

C'est une couche intermédiaire, permet le passage progressif entre CR et CF, Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur les couches sous-jacentes. [14]

- Couche de fondation :

Elle reprend les efforts verticaux et repartis les contraintes normales qui en résultent sur la couche sous-jacente.

La construction de cette couche ne pose pas de problème particulier ; la plupart des matériaux routiers conviennent.

Les terrassements :

- Couche de forme :

Afin d'améliorer et d'uniformiser la portance du sol, on est amené à interposer, entre le sol support et les couches de chaussée, un élément de transition qui peut être constitué soit de matériaux grenus roulés ou concassés, soit de matériaux traités aux liants hydrauliques ; il est appelé couche de forme.

Actuellement, on tient de plus en plus compte du rôle de portance à long terme apporté par la couche de forme dans le dimensionnement et l'optimisation des structures de chaussées.

Eventuellement, une couche drainante ou anti-contaminant peut être intercalée entre la couche de forme et la couche de fondation qui s'appelle sous-couche [34]

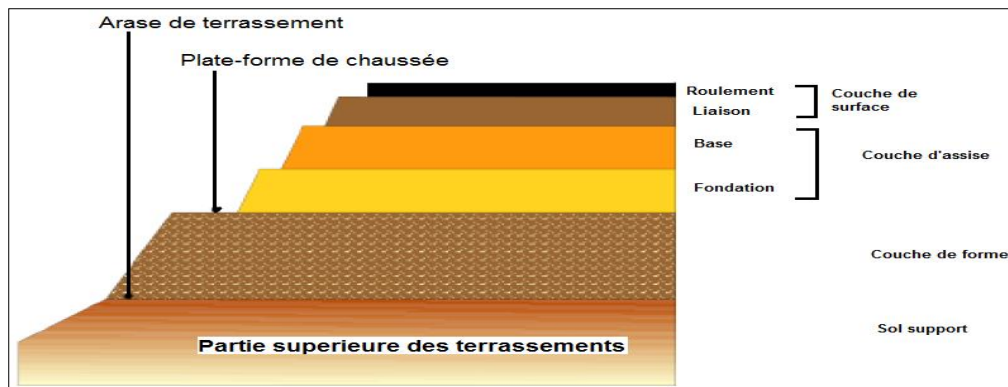


Figure 3-11 : Structure de chaussée [32]

9.5 Les facteurs de dimensionnement des chaussées:

9.5.1 Le trafic :

Le trafic constitue un élément essentiel du dimensionnement des chaussées. Parce que le poids des véhicules est transmis à la chaussée, sous forme de pressions, par l'intermédiaire des pneumatiques. [34]

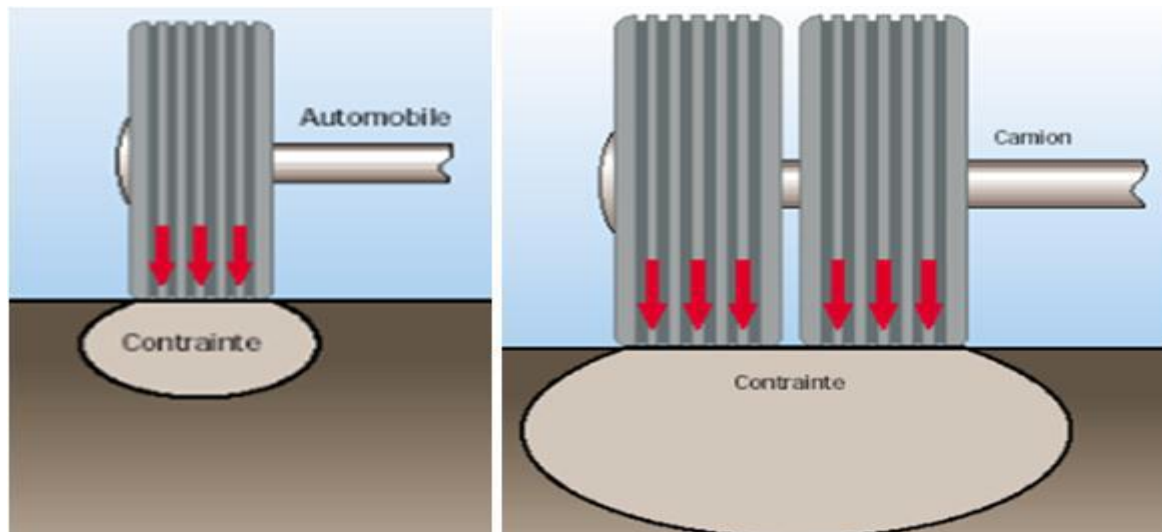


Figure 3-12: Diffusion des charges [34]

Ce trafic s'exprime généralement par deux paramètres :

- ✓ Le TMJA à la mise en service qui permet de choisir les matériaux nécessaires pour la construction de la chaussée.
- ✓ Le nombre cumulé d'essieux de référence passant sur la chaussée tout au long de sa durée de vie et qui sert à faire le calcul de dimensionnement proprement dit.

Trafic «poids lourd» comprend tous les véhicules dont la charge utile est supérieure ou égale à 5 tonnes. [33]

Classe de trafic

Quatre classes de trafic sont définies en se basant sur le nombre journalier moyen de poids lourds de plus de 5 t de charge utile sur la voie la plus chargée.

Il est supposé croître de façon géométrique au taux de 7 % par an, sinon il faut corriger en fonction du trafic prévisible sur les 15 à 20 premières années de service.

À défaut d'informations sur le trafic PL de la voie la plus chargée, on pourra le prendre égal au 1/20 du trafic tous véhicules dans les deux sens, à condition que le nombre total de voies de circulation ne dépasse pas quatre. [19]

Les classes de trafic sont les suivantes :

Tableau n° 3.16: classes de trafic [19]

Trafic (PL /j)	50	150	300	750	2 000
Classe	T ₃	T ₂	T ₁	T ₀	

Le trafic équivalent :

Dans la population des poids lourds, les charges s'étagent entre 5T et en principale 13T, et des fois même plus à cause des surcharges. On trouve aujourd'hui des PL avec deux essieux à l'arrière chargé chacun à 10T, et de plus en plus des PL à 5 essieux, avec 3 essieux à l'arrière chargés à 8T.

Valeur de coefficient d'agressivité CAM :

La configuration des essieux (isolé, tandem, tridem), des roues (simple ou jumelées) et leurs charges sont variables d'un poids lourd à l'autre. L'endommagement provoqué par l'application d'une charge donné dépend de la nature des matériaux : un poids lourd n'aura pas la même agressivité selon la nature de la chaussée sur laquelle il circule.

A défaut de données plus précises sur la composition du trafic, on retient habituellement pour coefficient d'agressivité moyenne (CAM), les valeurs suivantes :

Tableau n°3.17: Classe de trafic en fonction de « CAM » des poids lourd

Chaussées à faible trafic	Classe	T5	T4	T3-	T3+
	CAM	0.4	0.5	0.7	0.8

Chaussées à trafic moyen et fort ≥ T2	Couches hydrocarbonées des structures mixte et inverses	Chaussées bitumineuses d'épaisseur > 20 cm	Couches de matériaux traités aux liants hydrauliques et en béton de ciment.
	Couches hydrocarbonées d'épaisseur au plus égale à 20 cm des chaussées bitumineuses	Couches non liées et sol support	
CAM	0.8	1	1.3

Le trafic cumulé :

Pour le calcul de dimensionnement, le trafic est caractérisé par le nombre NE, nombre équivalent d'essieux de références, correspondant au trafic poids lourds cumulé sur la durée initiale de calcul retenue.

Cette durée initiale varie habituellement entre 7 et 20 ans

Ce nombre NE est fonction :

- Des valeurs escomptées du trafic à la mise en service et du taux de croissance τ pendant la durée initiale de calcul.
- De la composition du trafic
- De la nature de la structure de chaussée

Il est donné par la relation :

$$NE = N \times CAM$$

Avec :

N: est le nombre cumulé de PL pour la période de calcul,

CAM: coefficient d'agressivité moyenne de PL par rapport à l'essieu de référence

$$N = 365 \times MJA \times C$$

Avec :

MJA : trafic poids lourd moyenne journalière annuelle à l'année de mise en service sur la voie la plus chargée.

C: étant le facteur de cumul sur la période de calcul, telle que:

$$C = [(1+\tau)^P - 1]/\tau$$

Avec :

P: durée de vie.

τ : Taux de croissance géométrique de trafic. [35]

9.5.2 Environnement :

L'environnement extérieur de la chaussée est l'un des paramètres d'importance essentielle dans le dimensionnement, la teneur en eau des sols détermine leurs propriétés, la température a une influence marquée sur les propriétés des matériaux bitumineux et conditionne la fissuration des matériaux traités par des liants hydrauliques.

Le sol support :

Les structures de chaussées reposent sur un ensemble dénommé « plate - forme support de chaussée » constitué du sol naturel terrassé, éventuellement traité, surmonté en cas de besoin d'une couche de forme.

Les plates-formes sont définies à partir:

- ✓ De la nature et de l'état du sol.
- ✓ De la nature et de l'épaisseur de la couche de forme.

Les matériaux :

Les matériaux utilisés doivent être conformes aux exigences en fonction de la couche de chaussée concernée et du trafic. [33]

9.6 PRICIPALES METHODES DE DIMENSIONNEMENT :

9.6.1 Méthode CBR (California – Bearing – Ration):

C'est une méthode semi empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de (90% à 100%) de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'au moins de 15cm.

La détermination de l'épaisseur totale du corps de chaussée à mettre en œuvre s'obtient par l'application de la formule présentée ci-après.

$$e = \frac{100 + (\sqrt{P})(75 + 50 \log(N/10))}{I_{CBR}}$$

Avec :

e: épaisseur équivalente.

I: indice CBR (sol support).

N: désigne le nombre journalier de poids lourd de plus 1500 kg à vide.

$$N = T_H \cdot \% PL$$

Avec :

TH : trafics prévus pour une durée de vie de 20 ans.

$$T_H = \frac{T_0}{2} (1 + T)^m$$

Avec :

T₀ : trafics actuel (v/j).

m : année de prévision.

P: charge par roue P = 6.5 t (essieu 13 t).

Log: logarithme décimal.

L'épaisseur équivalente est donnée par la relation suivante:

$$e = C_1 \times e_1 + C_2 \times e_2 + C_3 \times e_3$$

Avec :

C₁ × e₁: couche de surface.

C₂ × e₂ : couche de base.

C₃ × e₃ : couche de forme.

Où:

C₁, C₂, C₃ : coefficients d'équivalence.

e₁, e₂, e₃ : épaisseurs réelles des couches.

Tableau n°3.18 : les coefficients d'équivalence pour chaque matériau [36]

<i>Matériaux utilisés</i>	<i>Coefficient d'équivalence</i>
Béton bitumineux ou enrobé dense	2.00
Grave ciment – grave laitier	1.50
Grave bitume	1.20 à 1.70
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée – grave sableuse T.V.O	0.75
Sable ciment	1.00 à 1.20
Sable	0.50
Tuf	0.80 – 0.90

9.6.2 Méthode L.C.P.C (Laboratoire central des ponts et chaussées)

Cette méthode est dérivée des essais A.A.S.H.O, elle est basée sur la détermination du trafic équivalent donnée par l'expression :

$$Teq = [(TJMA \times a (1+Z)^n - 1) \times 0.75 \times P \times 365] / [(1+z) - 1]$$

Avec :

Teq = trafic équivalent par essieu de 13t.

TJMA = trafic à la mise en service de la route.

a = coefficient qui dépend du nombre de voies.

Z = taux d'accroissement annuel.

n = durée de vie de la route.

p = pourcentage de poids lourds.

Une fois la valeur du trafic équivalent est déterminée, on cherche la valeur de l'épaisseur équivalente (e) (en fonction de Teq, ICBR) à partir de l'abaque L.C.P.C.

L'abaque L.C.P.C est découpé en un certain nombre de zones pour lesquelles, il est recommandé en fonction de la nature et la qualité de la couche de base [22]

9.6.3 Méthode du catalogue des structures « SETRA »

Le catalogue des structures type neuves établi par «SETRA» distingue les structures des chaussées suivant les matériaux employés (GNT, SL, GC).

Le catalogue considère également quatre classes de trafic selon leur importance, allant de 200 à 1500 (PL/J/sens). En tenant compte des caractéristiques géotechniques du sol de fondation.

Il se présente sous la forme d'un jeu de fiches classées en deux paramètres de données :

- ✓ Trafic cumulé de poids lourds à la 15ème année (Tj).
- ✓ Les caractéristiques de sol (Sj).

Détermination de la classe de trafic :

La classe de trafic (TPLi) est déterminée à partir du trafic poids lourd par sens circulant sur la voie la plus chargée à l'année de mise en service.

Tableau n° 3.19 : La classe du trafic poids lourd [14]

<i>Classe de trafic</i>	<i>Trafic poids lourds cumulé sur 20 ans</i>
T0	$< 3.5 \times 10^5$
T1	$3.5 \times 10^5 < T < 7.3 \times 10^5$
T2	$7.3 \times 10^5 < T < 2 \times 10^6$
T3	$2 \times 10^6 < T < 7.3 \times 10^6$
T4	$7.3 \times 10^6 < T < 4 \times 10^7$
T5	$T > 4 \times 10^7$

Le trafic cumulé est donné par la formule:

$$T_c = T_{PL} [1 + ((1+T)^{n+1} - 1)/T] \quad 365$$

Avec :

TPL : trafic poids lourds à l'année de mise en service

n : durée de vie. [14]

Détermination de la classe du sol :

Le classement des sols se fait en fonction de l'indice (CBR) mesuré sur éprouvette compactée à la teneur en eau optimale de Proctor modifié et à la densité maximale correspondante. Le classement sera fait après immersion de quatre jours:

Les sols sont classés en fonction de l'indice (CBR) dans le tableau suivant :

9.6.4 Méthode du catalogue des chaussées neuves « CTP » :

Tableau n° 3.20: Classement de sol en fonction de l'indice de « CBR » [37]

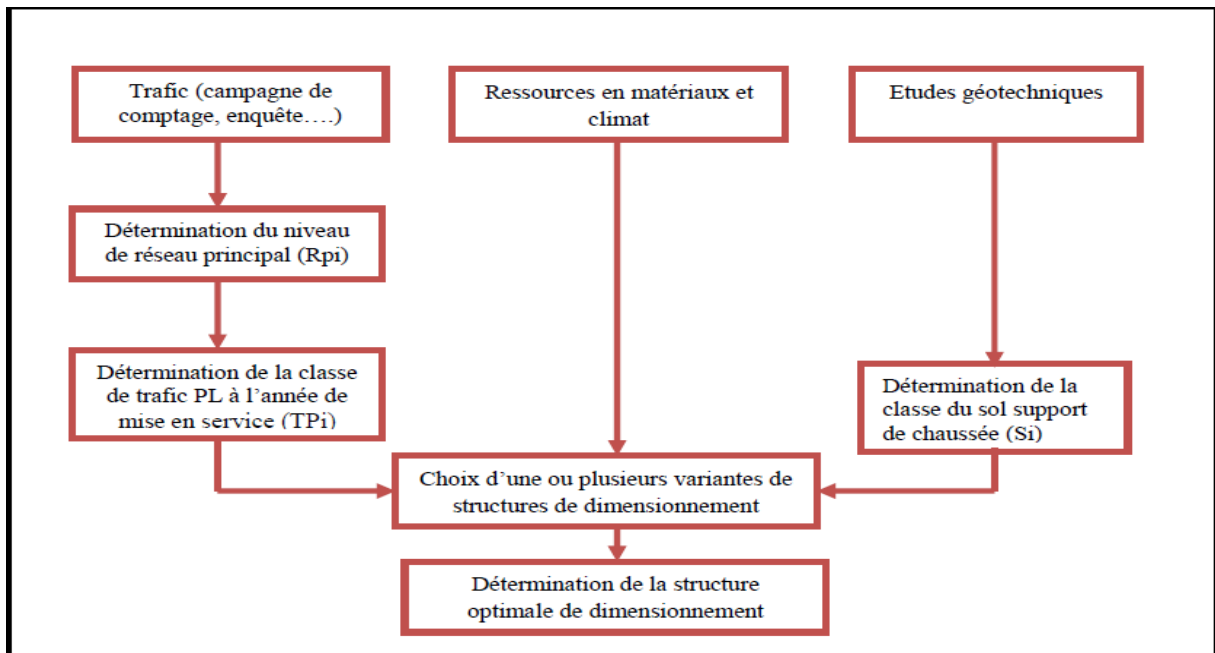
<i>Classe de sol (Si)</i>	<i>Indice CBR</i>
S0	>40
S1	25 à 40
S2	10 à 25
S3	05 à 10
S4	<05

Les paramètres utilisés dans la méthode du catalogue des chaussées sont : le trafic, sol support, matériaux, et zone climatique.

Ces paramètres constituent souvent des données d'entrée pour le dimensionnement, en fonction de cela on aboutit au choix d'une structure de chaussée donnée.

La Méthode du catalogue de dimensionnement des chaussées neuves est une méthode rationnelles qui se base sur deux approches :

- ✓ Approche théorique.
- ✓ Approche empirique. [33]



10. APPLICATION AU PROJET (Méthode « C.B.R »)

$I_{CBR} = 8$ (données du rapport géotechnique)

Il existe différents types des couches de forme suivant le cas de portance du sol terrassé (Si) et la classe du sol support visée (Sj).

Tableau 3.21: Epaisseur de couche de forme en fonction de la portance du sol

Classe portance du sol terrassé (Si)	Matériaux de C.F	Epaisseur de C.F	Classe portance du sol support visée (Sj)
<S4	Matériau NT	50cm(en 2c)	S3
S4	Matériau NT	35cm	S3
S4	Matériau NT	60cm(en 2c)	S2
S3	Matériau NT	40cm(en 2c)	S2
S3	Matériau NT	70cm(en 2c)	S1

Avec : C.F : couche de forme

N.T : non traité.

D'après le Tableau précédant le sol est de classe **(S3)**.

Tenant compte la classification de la portance du sol dans le tableau précédent, on ajoute une couche de forme de « **40cm** » du matériau non traité.

$$T_H = (T_0/2) (1+\tau)^n$$

$$\tau = 3\%$$

Application Numérique :

$$T_H = (5000/2) (1+0.003)^{20}$$

$$T_H = 2655 \text{ PL/j/sens}$$

$$N = T_H \times \%PL = 2655 \times 30\%$$

$$N = 797 \text{ PL/j/sens}$$

$$e = (100 + (\sqrt{p})(75+50 \log(N/10)))/I_{CBR} + 5$$

P : charge par roue (P = 6.5 t pour l'essieu de 13 t).

Application Numérique:

$$e = (100 + (\sqrt{6.5}) \times (75+50 \log (797/10)))/ (8+5)$$

$$e = 41.05 \text{ cm}$$

On a: $E_{eq} = c_1 \times e_1 + c_2 \times e_2 + c_3 \times e_3$

Pour déterminer la structure définitive on fixe les épaisseurs e1, e2 et on calcule l'épaisseur e3 :

e1= 8cm en béton bitumineux (BB) =====> C1= 2.0

e2= 12cm en grave bitume (GB) =====>C2= 1.2

e3= 20 cm épaisseur de couche de base en grave concassé (GC)

=====>C3= 1

$$E_{eq} = c_1 \times e_1 \times c_2 \times e_2 \times c_3 \times e_3$$

Tableau n° 3.22: Récapitulatif des résultats

Couches	Epaisseur réelle (cm)	Coefficient d'équivalence (ci)	Epaisseur équivalente (cm)
Surface (Béton bitumineux (BB))	8	2	8
Grave bitumineux (GB)	12	1.2	12
Couche de base en GC	20	1	20
TOTAL			40
Et on prend en considération couche de forme = 20			

Conclusion :

La structure de notre chaussée comportera : 8BB + 12 GB + 20 GC

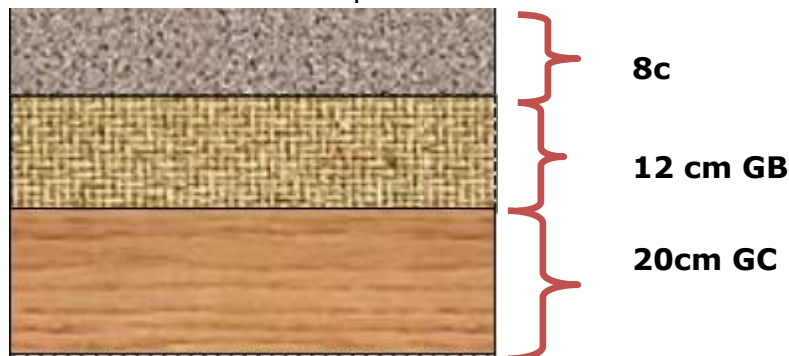


Figure 3-13: Structure de chaussée par la méthode « C.B.R »

11. Conclusion :

Comme tout ouvrage digne de ce nom, une grande route moderne doit être conçue et réalisée de façon à donner à l'utilisateur l'impression d'harmonie, d'équilibre et de beauté.

Le présent chapitre nous a permis de concevoir tous les éléments du projet en respectant les normes et la réglementation en vigueur.

CHAPITRE IV : ASSAINISSEMENT

1. Introduction :

L'évacuation des eaux de ruissellement et superficielles est l'une des préoccupations fondamentales dans le domaine des routes, car la présence d'eau provoque plusieurs dégradations dues aux inondations, glissement des terrains, ainsi que les problèmes d'érosion, stabilité des talus et la dégradation des chaussées. Une solution fut adaptée qui consiste à réaliser des ouvrages d'assainissement.

2. Objectifs de l'assainissement:

L'implantation des ouvrages d'évacuations (fossé, dalots, buses ...etc.) dimensionnés en fonction du débit des eaux recueillies, assure :

- ✓ L'évacuation rapide des eaux de ruissellement
- ✓ Eviter les problèmes d'érosions.

3. Définitions:

➤ L'assainissement :

L'assainissement est l'ensemble des actions à prévoir et entreprendre pour les écoulements naturels issus du bassin versant amont, il s'agira donc de collecter les eaux de ruissellement interceptées par le tracé routier et les drainer vers un point de rejet : exutoire ou en direction d'un ouvrage de franchissement crée à cet effet.

➤ Le bassin versant :

Le bassin versant est un secteur géographique qui est limité par les lignes de crêtes ou lignes de rencontre des versants vers le haut, où la surface totale de la zone susceptible d'alimenter en eaux pluviales, d'une façon naturelle, une canalisation en un point considéré.

4. Types de dégradation :

Les ruissellements des eaux en surfaces de la route engendrent des dégradations à cause de mauvais drainage et entretien. Ces dégradations se présentent ; Pour les talus, sous forme de :

- Glissement.
- Erosion.
- Affouillement du pied de talus (instabilité).
Pour les chaussées, sous forme de :
- Désenrobage (faïençage et décrochement).
- Affaissement (présence d'eau dans le corps de chaussée).
- Nid de poule (gel et dégel, forte proportion d'eau dans la chaussée avec un important trafic).

5. Assainissement de la route:

Les ouvrages d'assainissement doivent être conçus afin d'évacuer la chaussée dans des meilleures conditions possibles et avec un moindre coût.

Les ouvrages sous chaussée les plus courants utilisés pour l'évacuation des petits débits sont les dalots et les ouvrages busés.

Parmi les ouvrages destinés à l'écoulement des eaux, on peut citer ces deux catégories:

- Les réseaux de canalisation longitudinaux (fossés, cuvettes, caniveaux).
- Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordement (regards, décente d'eau, tête de collecteur et dalot). [38]

5.1 Réseaux longitudinaux :

5.1.1 Fossé de pied du talus de déblai :

C'est une cunette de faible profondeur enherbée ou revêtue, son rôle est de collecter les eaux issues du ruissellement du talus de déblai, de la chaussée, de la bande d'arrêt d'urgence et de la berme, il existe deux types de réseau :

- Un réseau récupérant les eaux de talus avec rejet direct.

5.2 Ouvrages transversaux et ouvrages de raccordements :

5.2.1 Ouvrages transversaux :

Ce sont les ouvrages permettant le transfert des eaux d'un réseau longitudinal vers un autre. Leur emplacement est déterminé par la topographie du tracé (point bas, changement de dévers, ouvrage d'art, etc.), du sens des écoulements, des débits transportés, et de la position des exutoires.

- les descentes d'eau (ouvrages généralement superficiels) tuilées à une canalisation.
- les traversées sous chaussées.
- Dans la présence de TPC, y prévoir un regard de vitesse.

5.2.2 Ouvrage de raccordement :

Les ouvrages de raccordements sont situés à chaque point de ramification, de rejet, ou de changement de nature d'ouvrage. Son rôle est la continuité du réseau longitudinal et transversal.

- A chaque changement de direction, à une rupture de pente dans le profil en long et à une modification du diamètre du collecteur.

- Y prévoir des cuvettes de décantation (>10 cm).

Ils ont préfabriqués ou coulés en place tels que les :

- Regards de visite.
- Regards avaloirs.
- têtes de buse. - Divers raccordements (burrelet / descente,...).

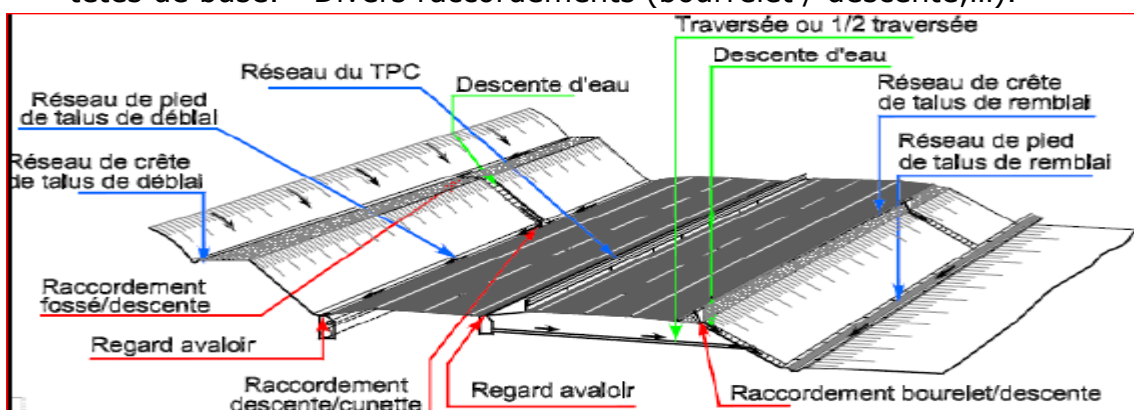


Figure 4-1: Situation des réseaux d'assainissement sur le profil en travers d'une route.[17]

6. Conception technique des ouvrages :

L'assainissement routier concerne quatre volets sont :

- le rétablissement des écoulements naturels.
- la collecte et l'évacuation des eaux superficielles dans l'emprise de la route.
- le drainage (la collecte et l'évacuation des eaux internes).
- la lutte contre la pollution routière.

Ceux-ci conduisent généralement à des ouvrages des grandes dimensions pour lesquelles l'emploi des produits préfabriqués présente de nombreux avantages tels que :

- L'adaptation des grands volumes d'eau à transporter.
- La facilité de leur mise en œuvre.
- La limitation des travaux sur chantier et la garantie de la qualité finale des ouvrages (réalisation par assemblage).

7. Choix des ouvrages d'assainissement :

Le choix et le dimensionnement de ces ouvrages sont faits en tenant compte des précipitations prévisibles, des caractéristiques géométriques et physiques de la route, et des contraintes de sécurité.

Les dispositions de principe à prévoir sont généralement les suivantes :

- **En remblai:** lorsque l'érosion des talus est à craindre, il est recommandé de prévoir en crête un dispositif longitudinal recueillant les eaux et les conduisant à des descentes spécialement aménagées, en des points convenablement choisis.
- **En déblai :** les eaux sont collectées et évacuées latéralement par des ouvrages superficiels (cunettes, fossés, caniveaux) associés, lorsque cela est nécessaire à des collecteurs enterrés. [39]

8. Critère de choix :

Le choix d'un ouvrage d'assainissement doit principalement reposer sur 4 critères :

- Sa capacité hydraulique.
- Son insertion dans le profil en long et le profil en travers du projet routier, donc sa géométrie prend en compte l'aspect sécurité de l'utilisateur.
- Son niveau de protection au regard de la vulnérabilité des eaux.
- Sa facilité d'entretien et d'exploitation des ouvrages.

9. Facteurs influençant sur le choix des ouvrages hydrauliques :

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité de l'utilisateur, des coûts d'investissement et de modalités d'entretien ultérieur de l'ouvrage. Les facteurs influençant sur le choix des ouvrages sont :

- L'importance de débit à évacuer qui fixe la section d'écoulement et le type de l'ouvrage.
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage (Les coefficients ; de rugosité(K) et d'entonnement (Ke))

- La largeur du lit : un ouvrage unique adapté au débit à évacuer et à la largeur du lit du cours d'eau est généralement préférable à des ouvrages multiples qui augmentent les pertes des charges et rendent plus difficile le passage des corps flottants.

- Les charges statiques et dynamiques qui sollicitent l'ouvrage hydraulique.

- Les conditions de fondation des ouvrages.

- La rapidité et la facilité de mise en œuvre : les produits industrialisés approvisionnés en éléments transportables et montés sur place peuvent constituer une solution intéressante pour réduire les délais d'exécution et dans le cas où l'accès au chantier est difficile.

- La résistance aux agents chimiques.

- La résistance aux chocs : les ouvrages massifs résistent mieux aux chocs et à l'abrasion par le charriage de matériaux solides.

10. Entretien et exploitation des ouvrages :

L'accès aux ouvrages hydrauliques doit tenir compte des contraintes d'exploitation. Une visite annuelle pour curage et une visite après une crue sont nécessaires pour prévoir, le cas échéant des travaux d'entretien de l'ouvrage et l'évacuation des différents atterrissements.

Le diamètre minimal des ouvrages hydrauliques Pour les routes à 2 ou 3 voies, ce diamètre pourra être réduit à 800 mm tout en garantissant également les conditions d'exploitation. Cette dimension devra, être compatible avec les capacités d'entretien du gestionnaire. [35]

11. Dimensionnement des buses:

11.1 Coefficient de ruissellement « C »:

C'est le rapport de volume d'eau qui ruisselle sur cette surface au volume d'eau reçu sur elle. Il peut être choisi suivant (le tableau ci-dessous):Le coefficient de ruissellement dépend de l'étendue relative des surfaces imperméabilisées par rapport à la surface drainée. Sa valeur est obtenue en tenant compte des trois paramètres suivants :

- La couverture végétale.

- La forme, la pente.

- La nature du terrain.

Tableau 4.1: Coefficient de ruissellement [40].

<i>Type de chaussée</i>	<i>Valeurs prises</i>
Chaussée revêtue en enrobés	0.9
Accotement ou sol légèrement perméable	0.40
Talus	0.30
Terrain naturel	0.20

12. Application au projet : Calcul de la surface du bassin versant :

Les buses ainsi que les fossés sont dimensionnés pour évacuer le débit apporté par le bassin versant, dont sa surface est prise égale la longueur de projet multipliée par sa largeur.

$$A = L \times B$$

L : longueur de projet.

B : largeur de projet.

Application Numérique:

$$A = 18.000 \times 18 \times 10^{-4}$$

$$A = 32.4 \text{ ha}$$

On a 13 ouvrages d'assainissement donc:

$$A/13 = 32.4/13 = 2.5 \text{ ha}$$

$$A = 2.5 \text{ ha}$$

$i = 66 \text{ mm/h}$ avec $i =$ intensité des précipitations

$$i = 166.7 \times (66/60)$$

$$i = 183.37 \text{ l/s.ha}$$

$$c = 0.9, A = 2.5 \text{ ha}$$

$$Q = c \times i \times A$$

Avec: $c =$ Coefficient de ruissellement

$$Q = 0.9 \times 183.37 \times 2.5$$

$$Q = 413 \text{ l/s} = 0.413 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q = V \times S$ avec: **V: vitesse de l'écoulement [m/s] et S : Rayon Hydraulique**

$$S = Q/V$$

$$1 < V < 4$$

$$V = 4$$

$$S = Q/4 = 0.413/4$$

$$S = 0.103 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{(4S/\pi)}$$

$$D = \sqrt{((4 \times 0.103)/3.14)}$$

$$D = 0.362 \text{ m} \approx \Phi = 400 \text{ mm}$$

13. Conclusion:

Dans notre projet on propose des ouvrages busés dont ($\emptyset = 800 \text{ mm}$) afin de faciliter l'accès et l'opération de curage et éviter toute éventuelle obstruction tout en donnant un assainissement normalisé à la route.

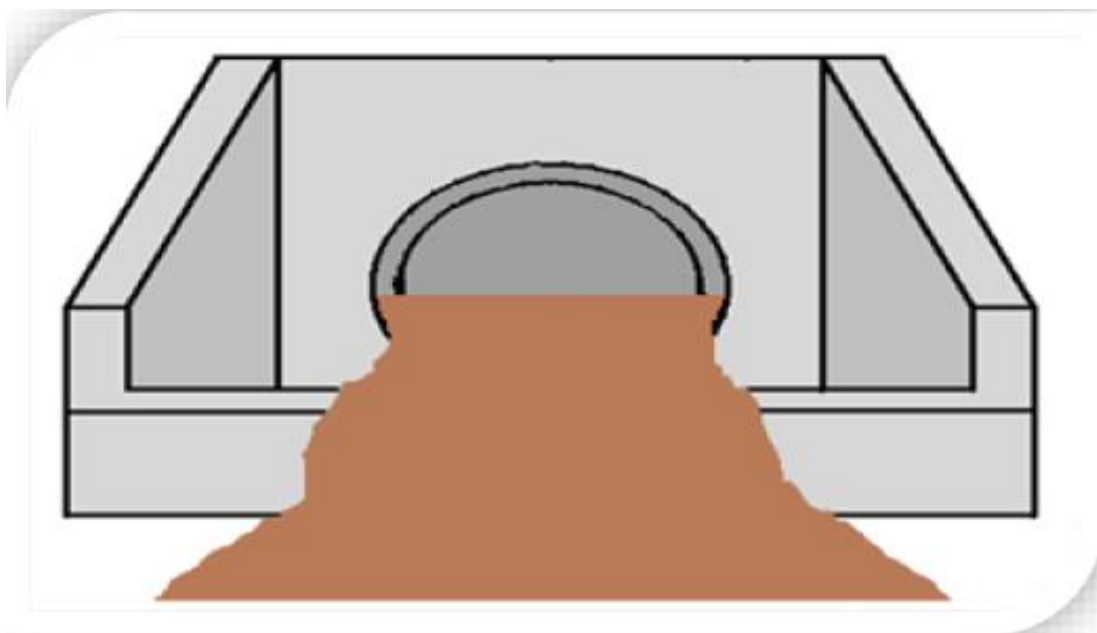


Figure 4-2 : vue ouvrage d'assainissement.

Tableau 4.2 : dimensionnement des buses

<i>Ouvrage n°</i>	<i>PK</i>	<i>Longueur (m)</i>	<i>Diamètre (mm)</i>
1	9665.00	14	800
2	10261.90	28	800
3	10315.00	7	800
4	10735.49	28	800
5	10995.96	25.50	1000x1000
6	11190.00	21	800
7	11843.09	15	1000x1000
8	12137.74	28	800
9	12235.00	14	800
10	12315.00	7	800
11	1328.06	7	800
12	13292.12	28	800
13	13655.00	14	800

Conclusion générale :

Le transport routier représente une grande part du marché en termes d'économie et présente un grand impact sur les autres modes de transport. On s'intéresse à l'amélioration et aux aménagements des infrastructures de base, qui permettent d'offrir les meilleurs niveaux de services pour les usagers et répondre à la demande en termes de transport à l'horizon de l'année 2037.

Dans La présente étude on a commencé par déterminé une géométrie capable d'absorber et de supporter le trafic actuel et futur dont on a choisi un profil en travers de 2x2 voies de 3.5 m de largeur et 2 m d'accotement.

Puis on a dimensionné notre corps de chaussée dont on a choisi une épaisseur de 40 cm.

Puis on a passé par une étude d'assainissement dont on a dimensionné les buses, on a trouvé un diamètre de 400 mm mais on a proposé des ouvrages busés d'un diamètre égale à 800 mm afin de faciliter l'entretien et l'opération de curage.

La présente étude a été une occasion pour nous d'appliquer les connaissances théoriques et techniques acquises pendant notre formation, de s'intéresser à une approche méthodologique pour élaborer la conception et l'étude d'un projet d'infrastructure routière.

Dans notre démarche d'étude nous avons essayé de respecter toutes les exigences et les normes que nous ne pourrons en aucun cas les négliger et nous prenons en considération les aspects du confort, de la sécurité des usagers, de l'économie et de l'environnement.

Ce projet, nous a permis d'apprécier le travail en milieu professionnel tant sur le plan organisationnel que managérial.

Nous sommes très conscients de la situation des pays émergents comme l'Algérie pour faire face à la demande en terme de transport routier et le développement de son essor étant donné qu'il constitue un vecteur essentiel pour l'amélioration du cadre de vie du citoyen tout en pensant à la notion du développement durable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- [1]: <http://Map.Google.com/maps>. Consulté le 02/04/2017 à 20:00
- [2]: B, Metral - C, Florent. Etude technique du projet routière. Université de Lyon: 2003.
- [3]: http://www.performance-publique.budget.gouv.fr/sites/performance_publique/files/files/documents/performance/contrôle_gestion/qualite_et_CG/Analyse_multicriteres/1_Multi_criteres2004.pdf
- [4] : SOULIMANE. I, MERIOUA. A. Analyses multicritères dans le choix d'une trace routière : Application a un cas réel. TLEMCEN, Mémoire de Fin D'étude, Soutenue en-2010, Université Tlemcen, Algérie. 135 p.
- [5] : <http://www.techno-sciences.net/?onglet=glossaire&definition=873>
- [6] : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Emploi>
- [7] : http://environnement.wallonie.be/pedd/C0e_113c.htm
- [8]: MEDSTAT II : Transport, énergie et environnement dans les pays partenaires méditerranéens (PPM)
- [9] : ministère français de l'urbanisme, du logement et des transports « Méthodes d'évaluation des investissements routiers en rase campagne et en milieu urbain, lettre circulaire du 14 mars 1986 relative aux recommandations pour le calcul économique et l'évaluation des projets dans le secteur des transports. Instructions relatives aux méthodes d'évaluation des investissements routiers en rase campagne et en milieu urbain », fascicule spécial nE86-11 bis, direction des routes, Paris, Mars 1986.
- [10] : BENMANSOUR Z.H, analyse multicritères pour le choix de variantes d'un projet routier – cas de la route nationale ROUTE NATIONALE 07, Mémoire de Fin D'étude, soutenance en 2010, université Aboubekr Belkaid, Tlemcen, 106 P
- [11] : François ; G, Brière. Distribution et collecte des eaux. 2^{ème} édition : Ecole polytechnique de Montréal, 2000. p399.
- [12] : BENARIBA.Z, Etude de l'évitement de MECHRIA sur 06 km dans la wilaya de NAAMA, Mémoire de Fin D'étude, soutenance en 2012, université Aboubekr Belkaid, Tlemcen, 126P.
- [13] : Normes technique d'aménagement des routes, B40. Algérie, ministre des travaux publics, octobre (1977).
- [14] : KRIM. M. Etude de dédoublement routier de la ROUTE NATIONALE47 sur 08km entre la ville d'ELBAYADH et centre universitaire. TLEMCEN, Mémoire de Fin D'étude, Soutenue en-2014, Université Tlemcen, Algérie. 121p.
- [15] : KALLI. F, Z, Cours de routes – Conception des tracés routières – Norme. Edition OPU, 2012. Nb de pages : 170 p.
- [16]: Roger Coquand., 1969 : Route, circulation, tracé et construction. Livre1, Paris.

[17] : FERHI. A. Etude de surélévation de la ROUTE NATIONALE 06 de PK 247 sur 4 Km avec ouvrages d'assainissement. TLEMCEM, Mémoire de Fin D'étude, Soutenue en-2014, Université Tlemcen, Algérie.133 p.

[18]: KALLI.F.Z; GOUMETTRE. A, Manuel de projet de routes, office des publications universitaires, Alger, 2012, ISBN : 978-9961-01-509-4

[19] : BERTHIER Jean., 1992 : Projet et construction de la route in Techniques de l'ingénieur, traité construction C5500.

[20] : OUEDRAOGO. A. Etude technique et détaillée des travaux de construction et de bitumage de l'interconnexion de la ROUTE NATIONALE 01 ET ROUTE NATIONALE 04 LOT 2 TRONCON 1 SECTION 2, Mémoire de Fin D'étude, Soutenue en- 2011. 98 p

[21] : HAMAIDI ZOURGUI J & BEGHDAOUI Y., 2008 ; Etude de modernisation de la ROUTE NATIONALE 17 C sur 10 km. Mémoire d'ingénieur d'état en travaux publics, Ecole Nationale des Travaux Publics, (ENTP). Algérie.

[22] : Réalisation des remblais et des couches de forme, Guide technique. Fascicule 1 et 2, 2ème édition. SETRA-LCPC (2000).

[23] : SETRA ; ICTAAL. Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des autoroutes de liaison. Paris : Bagnoux, 2000. p55.

[24] : Roger, Coquand. Route circulation tracé et construction. Livre1. Paris: eyrolles, 1985.p291.

[25] : BERTHIER Jean., 2011 : Les routes, géométrie des routes in Techniques de l'ingénieur, traité construction C4310

[26] : Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes, Guide technique. SETRA -LCPC (2006).

[27] : Royaume du Maroc Ministère des travaux Publics, De la formation Professionnelle et De la formation des Cades, guide pour les études de géotechnique routière relatif aux plateformes et aux chaussées, Volume I.

[28] : Michel, Faure. Route les cours de L'ENTP.tome1.Lyon : ELEAS, 1997. p258.

[29] : AMERICAN NATIONAL STANDARD, 2004 : Guide du Corpus des connaissances en management de projet, PMBOK Troisième édition, ANSI/PMI 99-001-2004.

[30] : AZZI .M, HADJ KOUIDER .M, Etude Géotechnique du la route de la rocade d'Alger entre Boudouaou et Zéralda. Mémoire d'ingénieur. ENTP Alger : juillet 2005.pp42.p105.

[31] : VISA Frédéric., 2009 : Les routes. Cours module C9. IUT St Pierre, France.

- [32] : Arsenie, L., Etude et modélisation des renforcements de chaussées à l'aide de grilles en fibre de verre sous sollicitations de fatigue, Thèse doctorat 2013
- [33] : CHABANE. A, SOUAB. N, Etude technique et managériale d'un raccordement routier reliant la ROUTE NATIONALE 06 avec le village Ammar sur 1.35Km wilaya de NAAMA. TLEMCCEN, Mémoire de Fin D'étude, Soutenue en-2015, Université Tlemcen, Algérie. 123 p.
- [34] : Voiries et aménagements urbains en béton Tome 2; Mise en oeuvre, CIMBÉTON.
- [35] : LCPC ; SETRA. Catalogue des structures types de chaussée neuves. Paris : Bagnaux, 1977.
- [36] : FODIL. A, MOSTEFAI.F, Etude d'un tronçon de dédoublement de la ROUTE NATIONALE 101 (ain Temouchent – Sidi Bel Abbès) sur 10 Km avec management de carrefours, Mémoire fin d'étude, soutenance en 2013, Université Tlemcen.
- [37] : J, Costet ; G, Sanglerat., 1983 : Cours pratique de mécanique des sols.4ème trimestre.
- [38] : Assainissement Routier et protection de la ressource en eau, Guide Technique SETRALCPC (2009).
- [39] : Aménagement des routes principales. Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route, Guide technique, ARP-SETRA (1994).
- [40] : L'eau et la route. Direction des routes, ministère de l'équipement des transports de l'aménagement du territoire du tourisme et de la mer. France (2004)

ANNEXES :**REGLEMENTATION**

La loi n° 83-03 du 05 février 1983 relative à la protection de l'environnement

Le décret exécutif n° 93-184 réglementant les émissions des fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides

Le décret n° 93-163 portant institution d'un inventaire de degré de pollution des eaux superficielles

Le décret n° 93-161 réglementant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel

Le décret n° 90-78 du 237 Février 1990 relatif aux études d'impact sur l'environnement

Décret exécutif n° 93-184 du 26 Juillet 1993 réglementant l'émission de bruit

Loi n° 83-17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux ;

Loi n° 91-11 du 27 avril 1991 définissant les règles relatives à l'expropriation publique

PLAN N°1 DU P391 AU P431

<u>Profil</u>	<u>Cote terrain naturel CTN</u>	<u>Cote projet CP</u>		<u>Cote de terrassement</u>
P391 Ouvrage d'assainissement $\Phi = 800$ mm	766.83	766.76	CORPS DE CHAUSSEE e = 0.60 m	766.16
P392	766.83	767.22		766.62
P393	766.85	767.12		766.52
P394	766.76	766.95		766.35
P395	766.09	766.72		766.12
P396	765.73	766.42		765.82
P397	765.36	766.07		765.47
P398	765.32	765.86		765.26
P399	764.73	765.12		764.52
P400	764.46	764.10		763.50
P401	764.00	764.50		763.90
P402	763.54	764.09		763.49
P403	763.42	763.63		763.03
P404	762.76	763.12		762.52
P405	762.09	762.64		762.04
P406	761.61	762.03		761.43
P407	761.03	761.51		760.91
P408	760.52	761.03		760.43
P409	760.02	760.07		759.47
P410	759.38	760.14		759.54
P411	759.10	759.51		758.91
P412	758.73	759.32		758.72
P413	758.28	758.96		758.36
P414	757.95	758.65		758.05
P414-1 Ouvrage d'assainissement $\Phi=800$ mm	757.37	758.52		757.92
P415	757.69	758.39		757.59
P416	757.69	758.19	757.59	

Ouvrage d'assainissement $\Phi = 800$ mm			
P417	757.48	757.93	757.33
P418	757.01	757.59	756.99
P419	756.76	757.11	756.51
P420	756.38	756.73	756.13
P421	756.06	755.86	755.26
P422	755.88	755.35	754.75
P423	755.80	756.17	755.57
P424	755.63	755.86	755.26
P425	755.09	755.52	754.92
P426	754.54	755.12	754.52
P427	753.98	754.66	754.06
P428	753.48	754.16	753.56
P429	752.77	753.60	753.00
P430	752.40	753.02	752.42
P431	751.87	752.38	751.78

PLAN N°2 DU P432 AU P471

<u>profil</u>	<u>Cote terrain naturel CTN</u>	<u>Cote projet CP</u>		<u>Cote de terrassement</u>
P432	751.19	751.79	CORPS DE CHAUSSEE e = 0.60 m	751.19
P433	750.40	751.22		750.62
P433-1 Ouvrage d'assainissement Φ = 800 mm	749.54	750.99		750.39
P434	749.92	750.69		750.09
P435	749.45	750.19		749.59
P436	748.98	749.71		749.11
P437	748.98	749.27		748.67
P438	748.45	748.85		748.25
P439	747.91	748.46		747.86
P440	747.50	748.11		747.51
P441	747.09	747.78		747.18
P442	746.55	747.48		746.88
P443	746.14	747.20		746.60
P443-1 Ouvrage d'assainissement 1 x 1	745.06	747.00		746.40
P444	745.82	746.97		746.37
P445	745.80	746.78		746.18
P446	745.77	746.58		745.98
P447	745.64	746.43		745.83
P448	745.53	746.29		745.69
P449	745.56	746.16		745.56
P450	747.57	746.00		745.40
P451	745.34	745.78		745.18
P452	745.26	745.49		744.89
P453	744.97	745.10		744.50
P454	744.50	744.65		744.05
P455	744.03	744.11		743.51
P456	743.39	743.51		742.91
P457	742.67	742.83		742.23
P458	741.86	742.07	741.47	

P459	740.92	741.23		740.63
P460	739.99	740.32		739.72
P461	739.00	739.33		738.73
P462	737.90	738.27		737.67
P463	736.78	736.13		735.53
P464	735.59	735.91		735.31
P465	734.24	734.62		734.02
P466	732.92	733.32		732.72
P467	731.68	732.00		731.40
P468	730.23	730.70		730.10
P469	728.83	729.37		728.77
P470	727.64	728.22		727.62
P471	726.49	727.07		726.47

PLAN N°3 DU 471 AU 511

<u>Profil</u>	<u>Cotes terrain naturel CTN</u>	<u>Cotes projet CP</u>		<u>Cote de terrassement</u>
P 471	726.49	727.07	CORPS DE CHAUSSEE e = 0.60 m	726,47
P 472	725.32	726.04		725,44
P 473	724.41	725.15		724,55
P 474	723.28	724.39		723,79
P 475	722.42	723.76		723,16
P 476	722.13	723.26		722,66
P 477	722.10	722.89		722,29
P 477-1 Ouvrage d'assainissement 1 x 1	721.88	722.70		722,1
P 478	721.70	722.65		722,05
P 479	722.13	722.55		721,95
P 480	722.41	722.57		721,97
P 481	722.30	722.73		722,13
P 482	722.49	722.92		722,32
P 483	722.69	723.12		722,52
P 484	722.96	723.31		722,71
P 485	722.98	723.43		722,83
P 486	723.29	723.48		722,88
P 487	723.09	723.46		722,86
P 488	723.28	723.42		722,82
P 489	722.85	723.40		722,8

P 489-1 Ouvrage d'assainissement $\Phi = 800$ mm	722.82	723.42	CORPS DE CHAUSSEE e = 0.60 m	722,82
P 490	722.97	723.47		722,87
P 491	723.19	723.63		723,03
P 492	723.58	723.88		723,28
P 493	723.92	724.22		723,62
P 494 Ouvrage d'assainissement $\Phi = 800$ mm	724.39	724.66		724,06
P 495	724.93	725.14		724,54
P 496	725.43	725.50		724,9
P 497 Ouvrage d'assainissement $\Phi = 800$ mm	725.49	725.71		725,11
P 498	725.51	725.80		725,2
P 499	725.43	725.88		725,28
P 500	725.51	725.96		725,36
P 501	725.90	726.04		725,44
P 502	725.77	726.13		725,53
P 503	726.09	726.32		725,72
P 504	726.00	726.62		726,02
P 505	726.71	727.02		726,42
P 506	726.89	727.44		726,84
P 507	727.26	727.76		727,16
P 508	727.59	727.82		727,22
P 509	727.34	727.60	727	
P 510	726.89	727.19	726,59	
P 511	726.43	726.77	726,17	

PLAN N°4 DU P 511 AU P 551

<u>Profil</u>	<u>Cotes terrain naturel CTN</u>	<u>Cotes projet CP</u>	<u>Cote de terrassement</u>
P 511	726.43	726.77	726,17
P 512	725.73	726.38	725,78
P 513	725.42	726.05	725,45
P 514	725.14	725.77	725,17
P 515	725.06	725.55	724,95
P 516	724.81	725.35	724,75
P 517	724.44	725.14	724,54
P 518	724.30	724.88	724,28
P 519	723.92	724.59	723,99
P 520	723.62	724.29	723,69
P 521	723.33	724.05	723,45
P 522	723.23	723.86	723,26
P 523	723.13	723.73	723,13
P 524	723.15	723.61	723,01
P 525	722.93	723.43	722,83
P 526	722.58	723.17	722,57
P 527	722.40	722.82	722,22
P 528	721.79	722.40	721,8
P 529	721.23	721.90	721,3
P 530	720.76	721.38	720,78
P 531	720.06	720.87	720,27
P 532	719.74	720.36	719,76
P 533	719.17	719.84	719,24
P 534	718.78	719.33	718,73

CORPS DE CHAUSSEE e = 0.60 m

P 535 Ouvrage d'assainissement $\Phi = 800$ mm	718.22	718.88		718,28
P 535-1 Ouvrage d'assainissement $\Phi = 800$ mm	717.04	718.64		718,04
P 536	717.81	718.55	CORPS DE CHAUSSEE e = 0.60 m	717,95
P 537	717.82	718.34		717,74
P 538	717.55	718.25		717,65
P 539	717.83	718.28		717,68
P 540	717.87	718.35		717,75
P 541	717.74	718.42		717,82
P 542	718.01	718.49		717,89
P 543	718.05	718.56		717,96
P 544	718.33	718.74		718,14
P 545	718.67	719.08		718,48
P 546	718.70	719.40		718,8
P 547	719.01	719.62		719,02
P 548	719.16	719.77		719,17
P 549	719.44	719.89		719,29
P 550 Ouvrage d'assainissement $\Phi = 800$ mm	719.60	720.01		719,41
P 551	719.65	720.16		719,56